



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap

# **Skiljer sig rörelsemönstret mellan en överviktig och en idealviktig katt?**

Samband mellan hull och tryckmättningsdata

## **Does the walking pattern differ between an overweight cat and a cat of ideal weight?**

Correlation between body fat and data from pressure mat technique

*Josefin Svensson*

*Uppsala  
2019*



# Skiljer sig rörelsemönstret mellan en överviktig och en idealviktig katt?

Samband mellan hull och tryckmättningsdata

## Does the walking pattern differ between an overweight cat and a cat of ideal weight?

Correlation between body fat and data from pressure mat technique

*Josefin Svensson*

**Handledare:** Anna Bergh, institutionen för kliniska vetenskaper

**Biträdande handledare:** Cecilia Ley, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

**Examinator:** Lars Roepstorff, institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

*Examensarbete i veterinärmedicin*

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurskod:** EX0869

**Kursansvarig institution:** Institutionen för kliniska vetenskaper

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2019

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** katt, tryckmättningsmatta, rörelsemönster, övervikt, idealvikt, kroppsfett

**Key words:** cat, pressure mat, walking pattern, overweight, ideal weight, bodyfat, body condition score

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för kliniska vetenskaper



## SAMMANFATTNING

När det kommer till diagnostik av rörelsestörningar hos katt tillämpas en ortopedisk undersökning som kan vara svår att såväl utföra som bedöma, varför behovet av standardiserade utvärderingsinstrument är stort. Inom forskningen har användandet av så kallade tryckmätningsskivor för gånganalys på katt ökat, ett verktyg som redan är väletablerat och validerat för motsvarande analys på hundar. Tills nu har metoden främst tillämpats i studier på katter med ortopediska besvär, men utan kända parametrar på friska individer är metoden mer eller mindre otillförlitlig som diagnostiskt hjälpmedel. Studier på människa har visat att övervikt kan ge upphov till ett annorlunda rörelsemönster, vilket ökar risken för muskuloskeletala sjukdomar, och det är troligt att detsamma gäller för katt. För att testa denna hypotes syftade detta arbete till att undersöka om övervikt eller fetma hos katt påverkar gångmönstret eller inte.

Arbetet bygger på material från två större forskningsprojekt om osteoartrit på katt vilka genomfördes på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala. Data från totalt 170 katter, majoriteten korthåriga huskatter, fanns till förfogande. Av dessa klassades 69 som kliniskt friska och inkluderades i gånganalysen. Genom tillämpning av två olika graderingssystem av s.k. body condition score (BCS) delades katterna in i olika viktgrupper varpå bearbetade tryckmätdata jämfördes mellan viktgrupperna. För att undersöka om BCS-klassning fungerar som ett bra medel för hullbedömning undersöktes därtill samband mellan vikt och BCS på alla 170 katter samt samband mellan beräknad procent kroppsfett (kroppsfett%) och BCS på de 75 katter som genomgått datortomografiundersökning. Sambandet mellan kroppsfett% och BCS har undersökts på 51 av katterna i ett tidigare examensarbete, materialet avseende resterande 24 katter har kompletterats till detta arbete.

Avseende BCS påvisades signifikanta samband med vikt och kroppsfett% för båda skalorna med den skillnaden att den 9-gradiga skalan erhöll en bättre korrelation vilket också är rimligt då denna skala är mer detaljerad. Genom detta bedöms den 9-gradiga skalan mer lämpad inom klinisk praktik. Vad gäller kroppsfett% och den 9-gradiga skalan påvisades dock en svaghet vad gäller de högre BCS-graderna i form av att det linjära samband som sågs för grad 5-7 inte kunde ses för grad 7-9. Orsakerna till detta behöver undersökas vidare. För de olika gångparametrarna Vertical Impulse (VI), symmetriindex, steglängd och belastningstid kunde ingen signifikant skillnad påvisas mellan överviktiga/feta och idealviktiga individer förutom för VI för vänster baktass. Den biologiska rimligheten i detta resultat kan dock diskuteras. Troligt är att resultatet uppkommit genom en slumpartad signifikans och att det inte finns någon skillnad i de parametrar som undersökts. Genom detta kan tryckmätningsskiva sannolikt användas både för överviktiga/feta och idealviktiga utan vidare anpassning av insamlade data. Det kvarstår dock en risk att våra val av statistiska metoder inte kunnat fånga skillnad i rörelseparametrar som faktiskt finns varför det i dagsläget inte är helt utrett huruvida katters BCS behöver tas med i beräkningen vid gånganalys. Detta får framtida forskning visa.

## SUMMARY

The subjective orthopedic assessment of gait disturbances can be difficult to both perform and evaluate in cats, which is why there is a need for standardized evaluation tools. In research, the usage of pressure sensitive mats for gait analysis in cats has increased, a tool that is well-established and validated for corresponding analysis in dogs. Until now, the method has mainly been applied in studies of cats with orthopedic disorders, but without set parameters for healthy individuals, the method is unreliable as a diagnostic aid. Studies in humans have shown that obesity can cause a different pattern of gait, which in turn increases the risk of musculoskeletal disorders, and it is likely that the same applies to cats. In order to test this hypothesis, this thesis aimed to examine whether overweight or obesity has any effect on healthy cat's gait pattern.

This thesis is based on material from two larger research projects on osteoarthritis in cats, which were carried out at the Swedish Agricultural University (SLU) in Uppsala. Data from a total of 170 cats, the majority domestic short-haired cats, were used. 69 of these cats were classified as clinically healthy and included in the gait analysis. These cats were further divided into different weight groups based on two body condition score (BCS) protocols, which the processed data from pressure-sensitive mat was compared to. To evaluate whether BCS classification serves well for assessing the body condition, weight and estimated percent body fat (body fat%) was compared to the BCS score for all of the 170 cats and on the 75 cats that had undergone computer tomography examination, respectively. The relationship between body fat% and BCS was examined on 51 of the cats in a previous thesis. In this work an additional 24 cats were used.

Regarding BCS, significant relationships with weight and body fat% were found for both scales, with the difference that the 9-grade scale showed a better correlation which is also reasonable as this scale is more detailed. Because of this, the 9-grade scale is considered more suitable for clinical practice. However, with regard to body fat% and the 9-grade scale, a weakness for the higher BCS grades was detected in that a linear relationship was only detected for grade 5-7 and not for the two highest grades. The reasons for this need further investigation. For the various walking parameters vertical impulse (VI), symmetry index, stride length and stance time, no significant difference could be detected between overweight/obese and ideal weight individuals, except for VI for the left hind leg. However, it is uncertain if this finding is biologically relevant. The result has probably arisen from a random significance and is it likely that pressure sensitive mats can be used for both overweight/obese and ideal weight individuals without further adjustments of gathered data. However, there is a risk that our choice of statistical methods has not been able to capture the difference in movement parameters that actually exist why it is not currently clear whether BCS needs to be taken into account in gait analysis in cats or not. This is something that future research may show.

## INNEHÅLL

INLEDNING .....	1
Syfte .....	2
LITTERATURÖVERSIKT .....	2
Objektiv rörelseanalys .....	2
Kraftmätningsskiva .....	2
Tryckmätningsskiva .....	3
Studier på katt .....	3
Studier på hund .....	5
Rörelsemönster hos överviktiga individer .....	6
Klinisk ortopedisk undersökning .....	7
Kliniska metoder för hullbedömning .....	8
Kroppsvikt .....	8
BCS .....	8
Bilddiagnostiska mätmetoder av kroppskomposition .....	9
DEXA .....	10
DT .....	10
Volymmätning med DT .....	11
Beräkning av DT kroppsfett% .....	12
KLINISK STUDIE .....	13
Material och metod .....	13
Material .....	13
Katter .....	13
Metod .....	13
Studiedesign .....	13
Tryckmätningsskiva .....	14
Klinisk ortopedisk undersökning .....	15
BCS .....	15
DT-undersökning .....	15
Vikt och fettprocentanalys .....	16
Gånganalys .....	16
Klassificering av kliniskt frisk eller kliniskt sjuk .....	16
Databearbetning .....	16
Tryckmätdata .....	16
Fettprocent .....	17
Statistik .....	17
RESULTAT .....	18
Viktanalys .....	18
Association vikt och BCS .....	18
5-gradig skala .....	18
9-gradig skala .....	18
Fettprocentanalys .....	19
Association fettprocent och BCS .....	19
5-gradig skala .....	19

9-gradig skala .....	20
Gånganalys .....	20
DISKUSSION .....	22
Viktanalys .....	22
Fettprocentanalys .....	22
Gånganalys .....	23
KONKLUSION .....	25
POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING .....	26
TACK .....	28
REFERENSER .....	29
BILAGOR .....	1
Bilaga 1 .....	1



## INLEDNING

Katten toppar idag Europas lista över de vanligaste sällskapsdjuren (FEDIAF Facts & Figures, 2017) och enligt en undersökning av Statistiska centralbyrån fanns det hela 1 159 000 registrerade katter fördelade på 745 000 hushåll i Sverige år 2012 (Agria, 2013). Under de senaste decennierna har kattens livslängd därtill ökat och många katter når idag en framskriden ålder vilket ökar incidensen av olika ledsjukdomar såsom osteoartrit (OA) (Corbee *et al.*, 2014; Kerwin, 2012; Stadig & Bergh, 2015). Dessvärre kvarstår flera utmaningar när det kommer till diagnostik av olika rörelsestörningar hos katt, och många kliniker känner sig osäkra på sin förmåga att utföra en tillförlitlig ortopedisk undersökning (Kerwin, 2012). I den ortopediska undersökningen ingår en bedömning av individens rörelseapparat genom palpation och visuell gånganalys (Perry, 2014). Denna subjektiva bedömning kan dock förefalla svår även för den mest erfarna klinikern varför det finns ett stort behov av standardiserade utvärderingsinstrument för katt såsom objektiv gånganalys (Kerwin, 2012).

Ett fyrbent djur som katten rör sig från en punkt till en annan genom en koordinerad cykel av benförflyttning där en gångcykel räknas från det att en extremitet sätts i till dess att samma extremitet sätts i igen. Varje gång en extremitet interagerar med marken utsätts djurets kropp för så kallad ground reaction force (GRF) som en respons till de krafter som alstras av extremiteten (Moreau *et al.*, 2014). På djurslagen hund och häst har omfattande gånganalyser gjorts där forskarna med hjälp av känsliga kinetiska system erhåller pålitliga analysresultat med fokus på GRF, men vad gäller biomekaniken på djurslaget katt finns det fortfarande mycket kvar att undersöka (Schnabl & Bockstahler, 2015; Schnabl-Feichter *et al.*, 2017). För studier på katt erhålls vissa begränsningar på grund av deras lätta vikt och den högre gångfrekvens som fås genom att de är mindre djur, vilket gör traditionella så kallade kraftmättningsplattor mindre tillämpningsbara (Besancon *et al.*, 2003; Moreau *et al.*, 2014). Specialdesignade kraftmättningsplattor finns dock för mindre djur, till och med för så små djur som möss, men de är relativt kostsamma (personligt meddelande, Anna Bergh, 2018-11-23).

Inom forskningsfältet har fler och fler istället börjat använda så kallade tryckmättningsmattor för gånganalys på katt, ett verktyg som redan är väletablerat och validerat för motsvarande analys på hund. Tills nu har metoden främst tillämpats i studier på katter med ortopediska besvär i syfte att undersöka belastningsskillnaden mellan ett friskt och ett sjukt ben. Utan referensvärden för friska katter är metoden dock mer eller mindre otillförlitlig som diagnostiskt hjälpmedel (Stadig & Bergh, 2015). Genom att applicera fler studier på friska katter kan ett större normalmaterial sammanställas vilket i sin tur kan medföra bättre verktyg för att kunna förutspå, beskriva och fastställa rörelsestörningar hos katt (Schnabl & Bockstahler, 2015). Till detta normalmaterial behövs studier som undersöker huruvida övervikt eller fetma påverkar rörelsemönstret eller inte. Detta är viktigt att veta för att inte riskera att misstolka resultat från tryckmattedata som förändringar på grund av sjukdom när det egentligen handlar om förändringar på grund av ökad vikt hos katten. Studier på människa har visat att övervikt kan ge upphov till ett annorlunda gångmönster vilket i sin tur ökar risken för muskuloskeletal sjukdomar, och det är troligt att det samma gäller hos katt (da Silva-Hamu *et al.*, 2013; Lerner *et al.*, 2013; Hoelmkjaer & Bjornvad, 2014).

## Syfte

Detta arbete syftar till att undersöka om kattens hull avseende mängd kroppsfett påverkar det aktuella gångmönstret eller inte. Frågeställningar som besvaras i arbetet listas nedan och kommer att besvaras genom en sammanställning av existerande litteratur samt bearbetning av redan insamlat forskningsmaterial.

- Har överviktiga eller feta friska katter ett avvikande rörelsemönster i jämförelse med idealviktiga friska katter?
- Överensstämmer katternas body condition score (BCS) med förekomsten av mängd kroppsfett (%)?

## LITTERATURÖVERSIKT

### Objektiv rörelseanalys

Biomekanisk rörelseanalys har länge varit en viktig del inom ortopedisk forskning och idag finns ett flertal tekniska metoder tillgängliga för att kunna beskriva både normalt och onormalt rörelsemönster. Bland de mest väletablerade rörelseanalyserna ses teknik som är gjord för att mäta kraften från patientens extremiteter mot underlaget, så kallad ground reaction force (GRF). Studier kring GRF involverar ämnet kinetik, vilket adresserar krafter i samband med rörelse. För detta ändamål har så kallade kraftmättningsplattor och tryckmättningsmattor utvecklats vilka skiljer sig lite i både uppbyggnad och funktion (Moreau *et al.*, 2014; Schnabl-Feichter *et al.*, 2017).

### Kraftmättningsplatta

Referensmetod (från engelskans *gold standard*) för att mäta GRF är enstaka eller multipla kraftplattor inbäddade i gångbanor eller löpband (Schnabl-Feichter *et al.*, 2017). Dessa kraftplattor finns tillgängliga i många olika utföranden och flertalet studier har gjorts på både friska hundar och hundar med ortopediska besvär (Corbee *et al.*, 2014; Gillette & Angle, 2008). De enskilda plattorna består av en stålplatta med så kallade piezoelektriska kristaller arrangerade så att GRF kan mätas i tre olika plan; vertikalt (Fz), mediolateralt (Fx) och kraniokaudalt (Fy), och de två värden som oftast analyseras är så kallad peak vertical force (PVF) och vertical impulse (VI) (Besancon *et al.*, 2003; Moreau *et al.*, 2014; Schnabl-Feichter *et al.*, 2017). Dessa två parametrar tillhandahåller båda information om de vertikala krafterna, där PVF står för den maximala kraften som mäts upp under den tid en tass belastas (kan anges som % av kroppsvikt) och VI står för kraften på varje tass i förhållande till tiden då tassens belastas (kan anges som % kroppsvikt x sek) (Lascelles *et al.*, 2007; Moreau *et al.*, 2014).

Trots mätningar av både horisontella- och vertikala krafter ses vissa begränsningar när det kommer till användningen av kraftmättningsplattor vid gånkanalys, detta då kraftmättningsdata inte kan påvisa de individuella vektorer som ger upphov till krafterna (Corbee *et al.*, 2014). Mätningen som görs blir en summering av den totala kraften som läggs på plattan vid en specifik tidpunkt vilket medför att enskilda krafter inte kan särskiljas. Skulle flera tassar sättas mot plattan samtidigt, vilket lättare kan ske med mindre djur som tar kortare steg, fås då en felaktig

mätning (Besancon *et al.*, 2003; Moreau *et al.*, 2014). Genom detta är den traditionella kraftmätningsskivan som används vid undersökning av hund, svår att använda för att analysera gång hos både stora (> 45 kg) och små (<16 kg) djur, såsom exempelvis katter (Besancon *et al.*, 2003; Moreau *et al.*, 2014).

### **Tryckmätningsskiva**

En alternativ teknik som inte erhåller de begränsningar som ses med kraftmätningsskivor är så kallade tryckmätningsskivor. Dessa är till skillnad från kraftskivor gjorda för att mäta kraft per tidsenhet, vilket möjliggör en mätning av flera punkter simultant (Tekscan, 2018; Schnabl-Feichter *et al.*, 2017). En tryckmätningsskiva består av tusentals avkänningsselement, i form av tryckkänsliga sensorer, arrangerade i rader och kolumner inuti en tunn gummiskiva. De enskilda sensorerna fungerar som variabla motstånd i en elektrisk krets. Utan belastning är motståndet högt och när de belastas minskas motståndet. Den utmatade resistans som skapas omvandlas sedan till en rå summa för användning i analys (Besancon *et al.*, 2003). Genom tekniken kan sekvensen av tassställningar under en gångcykel registreras samtidigt som kraften från de individuella tassarna skiljs åt (Moreau *et al.*, 2014). Uppbyggnaden av sensorer underlättar också kvantifiering av både höga och låga tryckområden, samt hur vikten distribueras inom en tass i belastning (Besancon *et al.*, 2003; Schnabl-Feichter *et al.*, 2017). Tekniken är dock, till skillnad från kraftmätningsskivor, begränsad till mätning av vertikala GRF och kan därför inte mäta de horisontella kranio- och mediolaterala (Moreau *et al.*, 2014).

### **Studier på katt**

Lascelles *et al.* (2007) gjorde en studie på 23 friska sällskapskatter för att undersöka om det gick att undersöka rörelsemönstret hos katt med hjälp av en tryckmätningsskiva. Skulle de uppmätta parametrarna påvisa några skillnader mellan olika ben? Av katterna klarade 15 stycken av dem att gå i önskat tempo ( $0.6 \pm 0.1$  m/s) på en rak linje över tryckmätningsskivan önskat antal gånger (fem). Katterna fick därtill även hoppa från 1 meters höjd ned på tryckmätningsskivan. Parametrarna som mättes var PVF och VI, och detta gjordes både för fram- och baktassarna vid normal gång samt för framtassarna vid nedhopp på skivan. För frambenen respektive bakbenen vid normal gång uppmättes ett medelvärde på PVF till 48.2 % respektive 38.3 % samt 148.9 % för frambenen vid nedhopp på skivan. För VI var motsvarande medelvärden 16.9 %, 13.3 % och 18.1 %. Resultaten påvisar en signifikant skillnad i belastningsfördelning mellan framben och bakben, samt ett signifikant högre värde för frambenen vid nedhopp än vid gång (Lascelles *et al.*, 2007).

Fler forskare har kommit fram till liknande resultat. Efter publikation av studien av Lascelles *et al.* gjorde Le Quang *et al.* (2008) en liknande studie på 12 friska katter av olika ras och storlek. Parametrar som undersöktes i denna studie var steglängd, hastighet, belastningstid, PVF, samt symmetriindex (SI) för de olika parametrarna för fram- och bakben samt mellan höger- och vänster sida. Önskat antal passager över skivan var fem till åtta gånger och medelhastighet uppmättes till  $0.67 \pm 0.22$  m/s. Till resultaten kunde ingen skillnad påvisas i belastning mellan höger och vänster sidas ben, inte heller vad gäller belastningstid mellan de olika tassarna. Som för Lascelles *et al.* (2007) påvisades att katterna la mer vikt på sina framben än sina

bakben, där ett medelvärde på PVF för frambenen beräknades till 52.8 % (Le Quang *et al.*, 2008).

För att ta fram ett bredare referensmaterial över hur friska katter belastar sina tassar under gång och hopp gjorde Stadig & Bergh (2015) en studie på 58 friska katter. Parametrar som undersöktes i denna studie var bland annat steglängd, hastighet, PVF, VI, samt SI för de olika parametrarna mellan fram- och bakben samt mellan höger- och vänster sida. För att kunna bestämma de mest tillförlitliga gångparametrarna på katt, det vill säga de med bäst mätprecision, undersöktes också den så kallade intra-klasskorrelationskoefficienten (ICC) för de olika parametrarna för varje ben. Utöver detta undersöktes hur belastningen fördelades inom tassens i stödfasen och hur belastningen påverkades av huvudets position. Av de deltagande katterna gav 39 stycken tillförlitliga tryckmätningssmatta med en medelhastighet på  $0.68 \pm 0.17$  m/s över tryckmätningssmattan. Av de 28 katter som fick hoppa från 1 meters höjd ned på tryckmätningssmattan gav 16 av dem användbara data. Genom SI med medelvärden och standardavvikelser för PVF påvisades liksom tidigare studier att friska katter belastar höger och vänster sidas ben lika mycket (PVF vänster/höger var  $0.99 \pm 0.06$ ) och att frambenen belastas mer än bakbenen (PVF framben/bakben var  $1.26 \pm 0.18$ ). Vidare påvisades att belastningen ökar på den sidas framben som katten vänder huvudet åt (båda ögonen synliga från sidan). Med andra ord behöver katten titta framåt under hela passagen för att registrerad data ska vara tillförlitlig. Vidare påvisades att belastningen under en gångcykel flyttas från tassens kaudala del till tassens kranio-mediala del. Genom ICC-analysen identifierades därtill att PVF och VI är de mest tillförlitliga gångparametrarna vid gånganalys på katt, vilket överensstämmer med tidigare studier på friska katter och hundar (Stadig & Bergh, 2015).

Schnabl-Feichter *et al.* (2017) genomförde en studie för att undersöka variationskoefficienten (CV), det vill säga spridningsmåttet, på olika parametrar vid tre mätningstillfällen med tryckmätningssmatta. I studien ingick 15 katter av rasen Europeisk korthår och mätningar genomfördes tre gånger över en period av 2–17 veckor. De parametrar som undersöktes var PVF, VI, steglängd, belastningstid, tassens kontaktarea samt SI för PVF och VI mellan fram- och bakben. För var katt erhöles minst fem godkända passager över mattan där medelhastigheten uppmättes till  $0.64 \pm 0.09$  m/s. Efter fullständig insamling från de tre tillfällena beräknades medelvärdet för alla parametrar följt av CV och 95 % konfidensintervall. Vid korrigering till kroppsvikt påvisade PVF den minsta variationen ( $\sim 3$  %), medan VI påvisade den högsta ( $\sim 11$  %). När parametrarna istället korrigerades för totalkraften (det vill säga kroppsvikt och hastighet), minskade CV för PVF till  $\sim 2$  % och för VI till  $\sim 3$  %. Beräknade SI% för både PVF och VI var vidare jämförbara med de värden som uppmättes vid studier på hund. Med det drog forskarna slutsatsen att tryckmätningssmattor producerar tillförlitliga data och att tekniken är lovande som framtida verktyg i bedömning av rörelsestörning hos katt (Schnabl-Feichter *et al.*, 2017).

Vid en passage över en tryckmätningssmatta erhålls information om antal registrerade tassisättningar under den aktuella passagen, individens distans och tid på mattan, samt individens gånghastighet och gångcykeltid. Fler parametrar som kan analyseras vid användning av tryckmätningssmatta för analys av gångmönster, och exempel på värden för en frisk katt, presenteras i tabell 1 och 2 nedan.

Tabell 1. Tabell över olika parametrar som kan analyseras vid en registrering. Inskrivna värden är ett exempel för en frisk katt

<b>STANCE-STRIDE TABLE</b>				
	LF	LH	RF	RH
STANCE TIME (SEC)	0.5	0.5	0.5	0.5
SWING TIME (SEC)	0.3	0.3	0.3	0.3
STRIDE TIME (SEC)	0.9	0.9	0.9	0.9
STRIDE LENGTH (CM)	60.0	60.0	60.0	60.0
STRIDE VELOCITY (CM/SEC)	70.0	70.0	70.0	70.0
MAXIMUM FORCE (%BW)	300.0	200.0	300.0	200.0
IMPULSE (%BW*SEC)	100.0	60.0	100.0	60.0
MAXIMUM PEAK PRESSURE (KPA)	60.0	40.0	60.0	40.0

LF = vänster fram, LH = vänster bak, RF = höger fram, RH = höger bak, sec = sekunder, cm = centimeter, %BW = % kroppsvikt, KPA = kilopascal

Tabell 2. Symmetritabell över gångparametrar från en frisk katt. Symmetri höger/vänster bör vara så nära 1 som möjligt, medan symmetri fram/bak bör ligga på  $1.3 \pm 0.2$

<b>SYMMETRY TABLE</b>	
STANCE TIME FRONT / HIND	1.0
STRIDE TIME FRONT / HIND	1.0
STRIDE LENGTH FRONT / HIND	1.0
STRIDE VELOCITY FRONT / HIND	1.0
MAX FORCE FRONT / HIND	1.3
STANCE TIME LEFT / RIGHT	1.0
STRIDE TIME LEFT / RIGHT	1.0
STRIDE LENGTH LEFT / RIGHT	1.0
STRIDE VELOCITY LEFT / RIGHT	1.0
MAX FORCE LEFT / RIGHT	1.0

### Studier på hund

För att validera tekniken och etablera tillförlitliga gångparametrar samt referensvärden, har flertalet forskare använt sig av tryckmättningsmattor vid analys av gångmönster på hund (Besancon *et al.*, 2003; Besancon *et al.*, 2004; Lascelles *et al.*, 2006; Light *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2013).

Besancon *et al.* (2003) var en av pionjärerna vid övergången från kraftmättningsplattor till tryckmättningsmattor som analysmetod för gångmönster hos hund. I studien jämfördes PVF och VI från vänster framtass och höger baktass hos 8 kliniskt friska Greyhounds mellan de olika systemen. Uppmätta krafter normaliserades och uttrycktes som en procent av den totala kroppsvikten. Resultaten påvisade bra överensstämmelse i VI mellan de olika systemen vilket indikerade att tryckmättningsmattan fungerar som ett bra alternativ till kraftmättningsplattan för denna parameter. Mätningarna av PVF överensstämde inte lika bra men skillnaderna ansågs försumbara (Besancon *et al.*, 2003). Ett år senare tittade forskarna på samma markörer igen för att se hur

PVF och VI distribueras över trampdynorna vid belastning hos Greyhound och Labrador Retriever, något som tidigare varit omöjligt att analysera med en kraftmätningsskiva. Hypotesen var att den huvudsakliga belastningen överförs genom den tredje och fjärde tån i alla tassar och att de olika raserna har liknande belastningsdistribution vid gång. Från data som registrerades från de 16 hundarna som ingick i studien kunde hypotesen konfirmeras (Besancon *et al.*, 2004).

Några år senare utvärderades tryckmätningsskivan igen av andra forskare. Enligt studiens hypotes skulle det inte vara någon skillnad på vertikala GRF mellan tryckmätningsskiva och kraftmätningsskiva hos kliniskt friska och halta blandraser. Inte heller skulle det kunna uppmätas någon signifikant variation över tid i GRF analyserad med tryckmätningsskivan hos kliniskt friska hundar. För detta jämfördes mätningar av PVF och VI hos kliniskt friska samt halta hundar mellan systemen. Vidare jämfördes PVF, VI, steglängd, belastningstid och distribution av kroppsvikt vid stillastående från tryckmätningsskivadata insamlade vid två tillfällen med en veckas mellanrum. Vid jämförelse mellan de två systemen påvisades en signifikant skillnad, där värden från tryckmätningsskivan var konsekvent lägre. Forskarna kunde dock slå fast att resultaten från de två insamlingarna av tryckmätningsskivadata var överensstämmande, och att tryckmätningsskiva därför kan användas för att utvärdera kinetiska parametrar över tid hos samma hund (Lascelles *et al.*, 2006).

För att kunna etablera ett referensmaterial för användning av tryckskiva för gånganalys av större hundraser genomförde Light *et al.* (2010) en studie på 56 friska Labrador retrievers. Utifrån resultaten kunde ett protokoll för framtida analys av gång hos hund utvecklas tillsammans med referensvärden och SI för de olika parametrarna (Light *et al.*, 2010). Ett år senare genomförde Kim *et al.* (2011) en studie på 12 friska hundar av olika ras med syftet att ge en ökad kännedom om tryckmätningsskiva som medel för klinisk gånganalys av hundar av olika vikt. För syftet analyserades gångparametrar såsom PVF, VI och SI för dessa mellan fram- och bakben på 6 små (<10 kg) och 6 stora (>25 kg) hundar. Data jämfördes därefter mellan grupperna och korrelationer till vikt bestämdes. Till resultaten bekräftades författarnas hypotes om att de flesta parametrarna var signifikant mindre vid gång hos små hundar än hos stora, och att värdena för flera av parametrarna ökade i takt med ökad kroppsvikt. Viktfördelningen mellan de fyra tassarna skilde sig däremot inte mellan de två viktgrupperna, inte heller PVF normaliserad för kroppsvikt. Studien var den första i sitt slag som beskrev olika gångparametrar för små friska hundar och jämförde dem till stora, och med resultaten erhöles ett bredare referensmaterial för framtida studier på större hundpopulationer med en mer randomiserad vikt- och formdistribution (Kim *et al.*, 2011).

#### *Rörelsemönster hos överviktiga individer*

På humansidan har studier gjorts för att undersöka vilken påverkan övervikt har på biomekaniken vid gång, detta mycket då överviktiga personer får rådet att röra på sig mer (da Silva-Hamu *et al.*, 2013; Hoelmkjaer & Bjornvad, 2014). Att promenera är en rekommenderad form av fysisk aktivitet för överviktiga personer eftersom det utgör en lagom påfrestning. Överviktiga människor har dock påvisats erhålla en relativ svaghet i vissa muskler vilket i sin tur kan öka risken att drabbas av skador i rörelseapparaten under exempelvis promenader. För dessa personer anses därför en målbaserad fysioterapi vara till hjälp för att skapa en bra grund för en skadefri viktnedgång (Lerner *et al.*, 2013).

da Silva-Hamu *et al.* (2013) genomförde en case-control study med målet att identifiera skillnader i de kinetiska gångparametrarna mellan överviktiga och normalviktiga unga kvinnor. För ändamålet analyserades gångmönstret hos 24 överviktiga- och 24 normalviktiga kvinnor med hjälp av systemet Vicon Motus, vilket är ett program utvecklat för biomekanisk analys hos både människa och djur. Parametrar som undersöktes var bland annat hastighet, steglängd, förhållandet mellan höger och vänster fot, samt vinkelparametrarna för knä- och fotled. Resultaten visade att de överviktiga kvinnorna hade lägre hastighet och steglängd vid gång samt spenderade mer tid i belastningsfas, i jämförelse med de normalviktiga kvinnorna. Resultaten indikerade även att de överviktiga kvinnorna hade ett minskat rörelseutslag i fotleden, och att de pretibiala musklerna (*tibialis anterior*, *extensor digitorum longus* och *extensor hallucis longus*) erhöll en överansträngning i varje steg för att förhindra en för kraftig nedåtrotation av foten. Konklusionen från resultaten var att övervikt har en negativ påverkan på de kinetiska gångparametrarna hos unga kvinnor (da Silva-Hamu *et al.*, 2013).

På hundsidan har liknande studier som ses på humansidan inte kunnat påvisas, men resultaten antyder än dock det faktum att övervikt ger upphov till problem med rörelseapparaten (Mlacnik *et al.*, 2006; Marshall *et al.*, 2010). Mlacnik *et al.* (2006) utvärderade effekten av viktnedgång kombinerat med ett mer intensivt fysioterapiprogram på hälta hos överviktiga hundar med OA. I studien ingick 29 vuxna hundar med BCS 4/5 och 5/5 samt kliniska och radiologiska tecken på OA. Alla hundar sattes på diet varpå hundarna delades upp i två grupper där ena gruppen fick ett hemmabaserat fysioterapiprogram och den andra gruppen ett mer intensivt fysioterapiprogram tillsammans med transkutan elektrisk nervstimulering. Hälta hos hundarna undersöktes kliniskt och genom kinetisk gångeanalys två gånger i månaden under ett halvårs tid. De kinetiska gångparametrarna uppmättes på ett gångband med fyra kraftmättningsplattor, och parametrarna som undersöktes var SI för PVF och VI mellan affekterat ben och kontralaterala ben. Resultaten visade en bättre viktnedgång i gruppen som fick ett intensivt fysioterapiprogram. I samma grupp påvisades även ökad rörlighet och symmetri mellan benen efter viktreduktionen (Mlacnik *et al.*, 2006).

Marshall *et al.* 2010 genomförde en prospektiv studie på 14 överviktiga hundar med kliniska och radiologiska tecken på OA. Efter att grundläggande data samlats in från samtliga hundar sattes de på en 16 veckor lång diet med begränsat intag av kalorier. Under perioden ingick sex stycken uppföljande besök där bland annat kroppsvikt, omkrets runt bäckenet, visuell hälta, samt kinetiska gångparametrar, med hjälp av kraftmättningsplatta, analyserades. Resultaten indikerade att en viktreduktion ger upphov till en signifikant minskning av hälta vid en viktnedgång på ca 6.10 - 8.85 % eller mer (Marshall *et al.*, 2010).

### **Klinisk ortopedisk undersökning**

En komplett ortopedisk undersökning inkluderar enligt Kerwin (2012) en adekvat anamnes, bedömning av individens gångmönster samt palpation av rörelseapparaten. Perry (2014) betonar också att undersökningen alltid bör föregås av en fullständig klinisk undersökning. Katter kan dock vara svåra att både undersöka och bedöma. Katter är exempelvis inte så lätta att få att gå på rakt spår i lagom tempo, de har ofta dåligt tålamod, samt blir lätt skrämde och stressade (Kerwin, 2012). Kerwin (2012) betonar vikten av att inte behöva hasta igenom sin undersökning samt att undersökningsrummet ska vara stressfritt, rymningssäkert och fritt från gömställen.

Undersökningen inleds oftast med en visuell gång- och rörelseanalys. Denna del kan påbörjas medan katten ges tid för att acklimatisera sig i undersökningsrummet. En modigare katt kan lockas av intresset för den nya miljön, medan en räddare katt kan behöva mer motivation eller distraktion. Medtagna leksaker som katten tycker om att jaga kan fungera bra till detta (Kerwin, 2012). Om katten bara vill gå korta sekvenser kan det underlätta att genomföra en samtidig filmning av undersökningen. Genom en eller flera filmsekvenser ges klinikern möjlighet att analysera gångmönstret i repris flertalet gånger samt att bildmaterialet kan väljas att ses i lägre hastighet (Perry, 2014). När kattens rörelser observeras noteras eventuella sidoskillnader, rörlighet i olika leder samt skillnader i steglängd. Om katten verkar avlasta någon extremitet eller höja huvudet vid belastning av en, kan detta tyda på smärta från den aktuella extremiteten. Vid eventuell bilateral smärta kan katten tendera att flytta vikten framåt eller bakåt i rörelse och/eller sittande eller liggande position (Kerwin, 2012). Katten kan även bli mer hasande i sina rörelser, speciellt om smärtan kommer från frambenen (Perry, 2014).

Efter en visuell gångeanalys palperas alla strukturer i rörelseapparaten. För katt görs denna del av undersökningen huvudsakligen på stående patient vilket också gör det möjligt att kombinera den kliniska undersökningen med detta steg, om man känner sig bekväm med detta. En kombination av stående och liggande palpation bör dock göras om möjligt. Genom palpationen undersöks symmetri i muskulatur, skelett och leder, såväl som rörlighet i olika leder, graden av ledstabilitet, för att nämna några (Perry, 2014). Neurologisk undersökning bör också utföras för att utesluta neurologisk sjukdom vilket kan ge upphov till rörelsestörningar som liknar de som uppkommer vid smärta från rörelseapparaten (Kerwin, 2012). En katt som inte vill medverka till undersökning i vaket tillstånd kan sederas, men det kan bli svårt att notera en eventuell smärtrespons och ännu svårare att kunna gradera den. Om katten blir aggressiv eller ovillig till samarbete under undersökningen kan det därför vara bättre att lägga in patienten på kliniken för en senare kompletterande undersökning. Därtill att klinikern alltid använder sig av samma undersökningsgång där de viktigaste parametrarna undersöks först (Perry, 2014).

## **Kliniska metoder för hullbedömning**

### ***Kroppsvikt***

Att mäta kroppsvikt är enkelt, exakt och objektivt. Det är högst användbart för uppföljning i viktminskningsprogram och kan appliceras både på klinik och hemma. Verktöget ger dock ingen information om individens kroppssammansättning eller förhållandet mellan fett- och muskelmassa. Enbart mätning av kroppsvikt fungerar därför inte som ett bra mått för jämförelser mellan olika patientgrupper. För att kunna extrapolera och kunna dra slutsatser av kroppssammansättningen utifrån kroppsvikt behöver värdet relateras till individens höjd, längd eller omkrets (Bjornvad *et al.*, 2011).

### ***BCS***

Inom klinisk praktik är BCS ett av de vanligast förekommande hjälpmedlen vid hullbedömning (Bjornvad *et al.*, 2011). BCS kan anges på en 5- eller 9-gradig skala och bedömningen baseras på visuella och palpatoriska fynd. Bedömningen görs med hjälp av en illustration av djuret vid de olika nivåerna i skalorna tillsammans med en skriftlig beskrivning av kattens utseende och andel palpatoriskt fett för var BCS-grad (Laflamme, 1997). Den mest använda skalan är den 9-



gradiga som utvecklades och validerades av forskare på Purina 1997 (Laflamme, 1997). På denna skala motsvarar 5 idealhull, 1-4 under idealhull och 6-9 över idealhull. Närmare anges katter med ett BCS på 1 som utmärklade och 8 eller högre som feta (Laflamme, 1997: Bilaga 1). På den 5-gradiga skalan motsvaras idealhull istället av 3, under idealhull av 1-2 och över idealhull av 4-5. Även här motsvarar 1 en utmärklad katt, medan 4 motsvarar övervikt och 5 fetma (Shoveller *et al.*, 2014; Bilaga 1).

När den 9-gradiga skalan validerades motsvarade idealhull (BCS = 5) ett intervall på ca 20-30 % kroppsfett beroende på kön där honor låg högre än motsvarande hanar (Laflamme, 1997). Intervallet baserades på dual energy x-ray absorptiometry (DEXA), vilket är referensmetod (från engelskans *gold standard*) för hullbedömning inom forskning. Varje BCS under eller över idealet uppmättes därefter representera en minskning respektive ökning på ca 5 % i kroppsfett% (Laflamme, 1997) vilket senare kunde konfirmeras för BCS mellan grad 4 och 8 (Bjornvad *et al.*, 2011). År 2014 tog American Animal Hospital Association (AAHA) fram riktlinjer för viktkontroll för hund och katt, där BCS används för att kunna beräkna en ideal kroppsvikt. Riktlinjerna grundas på flertalet studier i ämnet och i en tabell i studien ses sammanställda siffror över sambandet mellan BCS och andel fettprocent. Vid bedömning enligt den 9-gradiga skalan anses katter bedömda med idealhull (BCS = 5) ligga på ca 20-24 % kroppsfett, medan katter med överhull (BCS = 6-9) vidare delas in i övervikt vid kroppsfett på 25-34 % (BCS = 6-7) och fetma > 35 % (BCS ≥ 8). Dessa siffror kan enkelt översättas till den 5-gradiga skalan genom applicering av halva poäng (Brooks *et al.*, 2014).

Studier som utvärderat den 9-gradiga skalan med hjälp av DEXA har funnit högre korrelation mellan BCS och andel kroppsfett% jämfört med korrelationen mellan kroppsvikt och kroppsfett% (Laflamme, 1997; Bjornvad *et al.*, 2011). Liknande utvärdering av den 9-gradiga skalan gjordes av German *et al.* (2014) och även där sågs en signifikant korrelation mellan BCS och uppmätt kroppsfett% ( $p < 0.0001$ ). Shoveller *et al.* (2014) utvärderade den 5-gradiga skalan med tillämpning av gradering med halva poäng och DEXA-mätning av kroppsfett%. Även i denna studie sågs en starkare korrelation mellan BCS och uppmätt kroppsfett% jämfört med samma analys med kroppsvikt. I studien undersöktes även överensstämmelsen mellan fyra olika bedömare med olika erfarenhetsgrad, och den starkare korrelationen med BCS sågs hos alla bedömare (Shoveller *et al.*, 2014).

Det finns flera fördelar med att använda sig av BCS för hullbedömning; det krävs ingen specialutrustning, systemet kan användas av både kliniker och djurägare, och det är enkelt att applicera i sin kliniska undersökning (Shoveller *et al.*, 2014). Trots att metoden är subjektiv och semikvantitativ har studier kunnat påvisa låg variation mellan olika bedömare. Viss erfarenhet krävs dock vilket gör metoden mindre användbar för otränade djurägare (German *et al.*, 2014).

### **Bilddiagnostiska mätmetoder av kroppskomposition**

Bilddiagnostik kan användas för att genomföra icke invasiva mätningar av fettvävnad hos djur. Metoderna är olika avancerade och i forskningssammanhang tillämpas framför allt DEXA och datortomografi (DT).

## **DEXA**

DEXA utvecklades först för skattning av bentäthet, det vill säga hur mycket mineralmassa som finns i benvävnad, men har senare validerats för mätning av kroppssammansättning (Buelund *et al.*, 2011). I korthet grundas tekniken på mätning av den försvagning som fås vid kroppspassage av två röntgenstrålar med olika energimängder. Försvagningen av röntgenstrålarna varierar beroende på vilken typ av vävnad de passerar och på så sätt kan andelen av olika kroppsvävnader beräknas (Laflamme, 1997). DEXA har generellt god repeterbarhet och kan användas för beräkning av kroppsfett, andel fettfri kroppsmassa (från engelskans *lean body mass* – LBM) samt benmassa (Hoelmkjaer & Bjornvad, 2014) genom sin tvådimensionella bildinformation (Buelund *et al.*, 2010).

Metoden fungerar idag som referensmetod för hullbedömning inom forskning (Bjornvad *et al.*, 2011) samt för validering av andra metoder för ändamålet (Hoelmkjaer & Bjornvad, 2014). Metoden är validerad för flertalet djurslag (Hoelmkjaer & Bjornvad, 2014) och används ofta i studier på katt (Bjornvad *et al.*, 2011). Metoden används främst som ett hjälpmedel i forskning och är för de flesta praktiserande klinikerna inte ett tillgängligt alternativ. Metoden kräver i likhet med vissa andra bilddiagnostiska metoder, såsom datortomografi, att djuret ligger helt still vilket medför att patienten måste sederas eller sövas (Shoveller *et al.*, 2014).

## **DT**

DT har kommit att bli ett betydande verktyg när det kommer till mätning av kroppskomposition hos olika djur såsom hund och katt (Ishioka *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2010; Purushothaman *et al.*, 2013). Genom att analysera den tredimensionella bildinformationen (Buelund *et al.*, 2010) med mjukvaruprogram såsom OsiriX, ImageJ och Autocat kan man skilja på benvävnad, fettfri kroppsmassa och fettmassa på de bilder som tas (Purushothaman *et al.*, 2013). Genom detta kan metoden estimerar andel av en vävnad av intresse såsom exempelvis fettvävnad. Vidare kan tekniken även användas med segmentering så att subkutan och visceral fettvävnad kan skiljas åt. Detta kan ge betydande information i forskning då studier på människa kunnat påvisa en koppling mellan en ökad andel visceral fettvävnad och en ökad risk för hälsorelaterade sjukdomar (Lee *et al.*, 2010).

Under en DT-undersökning skickas röntgenstrålar ut i form av en solfjäder via roterande röntgenrör och när dessa röntgenstrålar passerar kroppen i olika vinklar dämpas eller stoppas strålningens fotoner av olika vävnadstyper eller materia i kroppen. Attenuering påverkas av vävnadens tjocklek, densitet, kemiska sammansättning samt densiteten av elektroner i vävnaden. Ju tätare materialet är desto större kommer attenueringen att bli. När röntgenstrålarna passerat kroppen fångas de upp av detektorer och genom att de olika vävnaderna attenuerat strålningen i olika grad fås en bild där olika organ och vävnader skiljs åt genom en gråskala. Skanningsprocessen genererar DT-nummer, så kallade Hounsfieldenheter (HU), som ger upphov till DT-bilder med ett tvärsnitt över undersökningsområdet (Brenner *et al.*, 2007; Mazonakis *et al.*, 2016; Wolbarst *et al.*, 2013).

En DT-bild består av så kallade voxlar. En voxel är en tredimensionell volym i det objekt som undersöks. I en DT-bild kan en voxels x- och y-dimensioner ses som en tvådimensionell pixel. Den tredje dimensionen, z-riktningen, motsvaras av varje DT-snitts tjocklek (Lindskog, 2008;

Mazonakis *et al.*, 2016). Varje pixel på DT-bilden motsvaras vidare av HU-värden vilka beräknas utifrån hur röntgenstrålarna attenuerats i vävnaden i respektive voxel. Vatten och luft har definierade HU-värden där ett värde på 0 HU motsvarar en voxel bestående av enbart vatten, och ett värde på 1000 HU motsvarar en voxel bestående av enbart luft. På detta sätt kommer gråskalan i var pixel att bestämmas av HU och gråskalan som ses på DT-bilden ger därmed information om vilken typ av vävnad som ses. Mjukdelsvävnad (så kallad mjukdelsdensitet) har ofta HU-värden mellan +30 och +220, fettvävnad (så kallad fettdensitet) mellan -80 och -30, och benvävnad upp till 3095 HU (Bushberg, 2012; Mazonakis *et al.*, 2016; Wolbarst *et al.*, 2013).

För att kunna uppskatta hur väl DT fungerar som metod för bedömning av kroppscomposition på katt jämförde Buelund *et al.* (2011) mätresultat från DT med resultat från DEXA. I studien ingick 73 katter i åldern 3-13 år med BCS mellan 4 och 9 enligt den 9-gradiga skalan. Andel fettvävnad uppmättes utifrån DT-bilder med tre olika metoder och en väldigt bra överensstämmelse med DEXA-resultaten återfanns för en av metoderna. Genom detta drog forskarna slutsatsen att mätning av kroppscomposition med hjälp av DT kan fungera som en alternativ metod när DEXA-mätning inte är tillgängligt. Både DEXA och DT är dock mycket kostsamma metoder, kräver allmän anestesi eller sedering, och ger upphov till röntgenstrålning. På grund av detta kvarstår BCS som ett rekommenderat system för bedömning av kroppscomposition när det kommer till klinisk verksamhet (Buelund *et al.*, 2011).

#### *Volymmätning med DT*

För att kunna beräkna en vävnadsvolym utifrån DT-bilder behövs information om arean av en specifik vävnad samt DT-snittens tjocklek. Volymen beräknas därefter genom att multiplicera arean med DT-snittens tjocklek. Själva arean av en specifik vävnad kan bestämmas utifrån flera olika metoder. Beräkningarna görs vanligen med en så kallad manuell planimetri, vilket anses vara standardmetoden för volymmätning. Detta kan göras genom att använda ett speciellt mjukvaruprogram såsom OsiriX. Med hjälp av datorprogrammet ritas konturer manuellt ut runt det intressanta området med grund i bildens gråskala, så kallad *region of interests* (ROIs), varpå arean kan beräknas genom att multiplicera pixelarean med antalet pixlar inuti var ritad kontur. Denna metod är dock tidskrävande och då ROIs ritas ut manuellt påverkas arbetet av mänskliga faktorer så som noggrannhet och erfarenhet (Bushberg, 2012; Mazonakis *et al.*, 2016).

En annan metod för volymberäkning är att bestämma HU-tröskelvärden och selektera ut den densitet som överensstämmer med den specifika vävnaden. Per automatik kommer därefter alla pixlar som ingår i valt HU-intervall att räknas till vävnaden av intresse. Risken är dock stor att annan vävnad inkluderas i beräkningarna då HU-värden kan variera mycket i DT-bilder. Det är inte alltid heller en jämn kontur eller avgränsning runt vävnaden av intresse (Mazonakis *et al.*, 2016). Partiella volymartefakter kan exempelvis uppstå om en voxel innehåller olika vävnadstyper med olika HU-värden. Detta kan resultera i att en voxel med vävnadstyper vars HU-värden är både mindre och större än vävnaden av intresse ger ett genomsnittligt HU-värde som är densamma som en annan vävnad. Detta kan då resultera i att exempelvis mjukdelsvävnad räknas som fettvävnad vilket ger upphov till en felaktig tolkning. Vidare kan detta leda till felberäkningar genom att HU-värdet antyder att voxeln innehåller annan vävnad än det angivna (Bushberg, 2012).

### Beräkning av DT kroppsfett%

För att kunna jämföra volymer mellan två vävnadstyper med hjälp av DT och därmed kunna beräkna en relativ volym eller en procentandel av en vävnad, krävs ett definierat HU-intervall för de olika vävnaderna som ska användas. När detta finns angivet används antalet voxlar i vart HU-intervall som en siffra för uträkning. Voxelantalet för vart definierat HU-intervall kan utläsas i mjukvaruprogrammet (såsom ImageJ). För att kunna bestämma DT fett% beräknas därefter kvoten av voxelantalet i HU-intervallet för fettdensitet dividerat med summan av voxelantalet i HU-intervallet för fett- och mjukdelsdensitet tillsammans. På så sätt fås en kvot som säger oss hur stor procentandel fett individen bär på (Buelund *et al.*, 2011).

När Buelund *et al.* (2011) undersökte hypotesen om att DT kan fungera som en alternativ metod för mätning av kroppskomposition uppkom svårigheter då HU-intervallen uppvisade individuell variation. För att kunna bestämma vilka HU-intervall för fettvävnad respektive övrig vävnad (exklusive luft och benvävnad) som ger bäst mätprecision i förhållande till DEXA användes därför dels förutbestämda HU-intervall enligt mjukvaran, och dels HU-intervall baserat på individuella frekvensdiagram. Detta resulterade i tre olika metoder med olika HU-intervall som sedan användes för att beräkna vävnadsvolym enligt tidigare nämnd beskrivning. I den metod vars resultat kom att överensstämma bäst med resultaten från DEXA (0.955;  $P < 0.001$ ) definierades fettvävnad som voxlar inom intervallet -250 HU till gränsvärdet mellan vävnad med fettdensitet och mjukdelsdensitet, medan mjukvävnad definierades som voxlar inom intervallet +250 HU och gränsvärdet. För att beräkna gränsvärdet bestämdes det maximala värdet för vävnad med fettdensitet respektive mjukdelsdensitet i vart histogram. Gränsvärdet uppkom därefter genom beräkning av mittpunkten mellan de två maxvärdena (Buelund *et al.*, 2011). Den metod som fick näst bäst överensstämmelse med resultaten från DEXA (0.954;  $P < 0.001$ ) använde enbart förutbestämda HU-intervall och tillät därför inte individuell variation. Fettvävnad definierades som voxlar inom intervallet -250 till 0 HU, medan mjukvävnad definierades som voxlar inom intervallet 0 till +250 HU. Gränsvärdet mellan de båda vävnaderna sattes till 0 HU. Detta då 0 HU står för definitionen för vatten och densiteten för fettvävnad anses lägre än vatten. Metoden gav upphov till mätvärden som var nästan 10 % högre än de som erhöles från motsvarande DEXA-mätning, men metoden är mindre tidskrävande då vävnadernas maxpunkt inte måste bestämmas manuellt (Buelund *et al.*, 2011).

## KLINISK STUDIE

### Material och metod

Datamaterialet som användes i detta examensarbete kommer från två större forskningsprojekt om OA på katter vilka genomfördes på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala. Studierna var godkända av djurförsöksetisk nämnd (Dnr: C23/15, C27/14 och C102714/15). De kliniska försöken bestod huvudsakligen av fem delar; ortopediskt inriktad klinisk undersökning, blodprov, livsstilsformulär, tryckmättningsmattregistreringar samt bilddiagnostisk undersökning med DT och/eller sedvanlig röntgen.

#### Material

##### Katter

I forskningsprojektet har både friska katter och katter med misstänkta eller konfirmerade sjukdomar från rörelseapparaten deltagit. Försöken har skett på Universitetsdjursjukhuset (UDS) i Uppsala. Totalt 170 katter var undersökta när urvalet till detta arbete gjordes. Av dessa katter var 96 hanar varav alla hankastrater och 74 honor varav 63 honkastrat. I tabell 3 presenteras en sammanställning över ingående katters ålder, vikt, BCS och ras.

Tabell 3. Sammanställning av ålder, vikt, body condition score (BCS) och rasfördelning över alla katter i studiematerialet. Ålder, vikt och BCS anges som medelvärden  $\pm$  SD, och ras som antal katter

Ålder (år)	7,2 $\pm$ 3,5		
Vikt (kg)	5,4 $\pm$ 1,8		
BCS	3,7 $\pm$ 0,6 <sup>1</sup> vs 6,3 $\pm$ 1,2 <sup>2</sup>		
Ras	110	Huskatt korthår	3 Burma
	17	Maine Coon	3 Helig Birma
	9	Norsk skogkatt	2 Sibirisk katt
	6	Brittiskt korthår	2 Sphynx
	6	Huskatt långhår	1 Europeiskt korthår
	5	Somali	1 Ocicat
	4	Ragdoll	1 Perser

SD = standard deviation, standardavvikelse, BCS = body condition score <sup>1</sup> För 5-gradig skala <sup>2</sup> För 9-gradig skala

#### Metod

##### Studiedesign

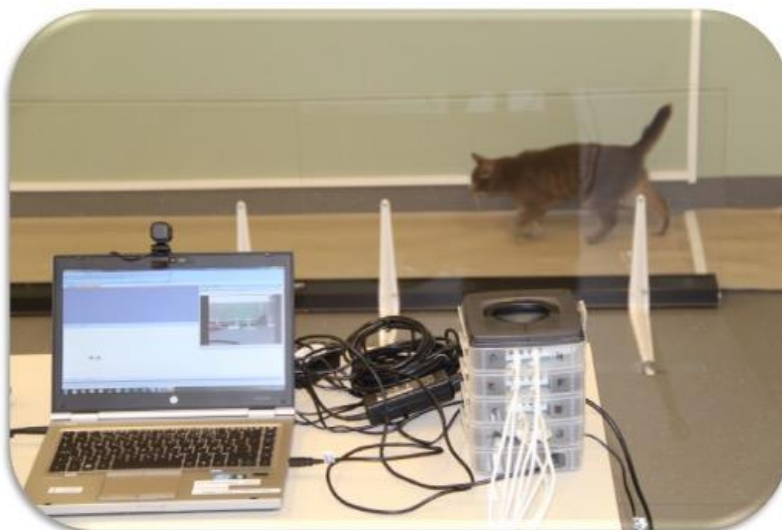
Studien var en tvärsnittsstudie med selekterat urval baserat på ägarens intresse att delta i studien. Före deltagande fick djurägarna först skriva på ett djurägarmedgivande. Därefter fick de instruktioner om hur livsstilsformulären är uppbyggda och fick självständigt fylla i dessa. Djurägarna kunde själva välja om de ville vara med vid alla undersökningarna eller om de enbart fyllde i livsstilsformulären och därefter lämnade kvar katten över dagen för vidare undersökningar och datainsamlingar. Under tiden djurägarna fyllde i formulären fick katterna bekanta sig med omgivningen i försöksrummet varpå de vägdes på en digital våg. Efter detta påbörjades registreringarna på tryckmättningsmattan. Inför passagen placerades katterna vid ena

kortsidan av tryckmätningssmattan tillsammans med sin ägare eller en för katten okänd medhjälpare, såsom exempelvis undersökande veterinär, varpå katten lockades att gå över mattan. Beroende på den aktuella kattens preferenser kunde katten lockas av sin ägare, kattgodis, leksaker eller sin egen transportbur. Målet var att varje katt skulle göra fem godkända passager över mattan. Skrittade katten i ett jämt tempo och tittade rakt fram godkändes passagen.

Efter att ha erhållit tillräckligt med registreringar på tryckmätningssmattan genomfördes en ortopediskt inriktad klinisk undersökning inklusive bedömning av BCS. Denna utfördes antingen på golvet eller på ett undersökningsbord beroende på var katten verkade trivas bäst. Blodprovstagning genomfördes därefter i ett annat undersökningsrum och katten fick ligga i sin bur medan blodet analyserades. De katter som inte hade några signifikanta avvikelser på blodproverna sederades antingen enbart med medetomidin (50 µg/kg; Sedator vet, 1 mg/ml) eller med en kombination av medetomidin (50 µg/kg; Sedator vet, 1 mg/ml) och butorfanol (0.4 mg/kg; Dolorex vet, 10 mg/ml) varefter de genomgick bilddiagnostisk undersökning. Beroende på vilken grupp av katter och vilka avvikelser som noterades på den kliniska undersökningen användes antingen DT och/eller sedvanlig röntgen. Katternas sedering reverserades med atipamezol (125 µg/kg; Atipam vet, 5 mg/ml). Slutligen inför hemgång fick djurägarna med sig ett hemgångsråd med information om saker att tänka på efter sedering. Resultat från livsstilsformulär, blodprov och bilddiagnostik undersökning har inte inkluderats i detta arbete.

### *Tryckmätningssmatta*

Tryckmätningssmattan som användes i försöken är en Walkway High Resolution (HRV4; Tekscan, South Boston, Massachusetts, USA) som mäter 1.95 x 0.45 m. Denna portabla matta är 0.57 cm tjock och innehåller 33,408 tryckkänsliga sensorer. Vid användandet kopplades tryckmätningssmattan till en bärbar dator (Siemens Fujitsu Lifebook, Hewlett Packard Elite Book) och registrerade data analyserades med hjälp av en särskild mjukvara tillhandahållen av tillverkaren (Walkway 7.02). Mattan var placerad med ena långsidan mot en vägg och med den andra långsidan avgränsad med två 1.0 m långa plexiglasskivor. Mattan täcktes med en strävtäckt plastmatta (1.0 mm tjock) för att den glatta ytan på tryckmätningssmattan inte skulle påverka mätningarna. Innan datainsamling påbörjades för varje katt kalibrerades tryckmätningssmattans sensorer enligt rekommendation av tillverkaren, och med hjälp av en webbkamera gjordes en samtidig filmning från lateralsidan för alla passager över tryckmätningssmattan. För att underlätta den påföljande manuella databearbetningen där programmets registrerade tassavtryck kontrollerades mot motsvarande på filmupptagningen, placerades även två tejpbitar på den längre överliggande plastmattan för att markera endera start- och slutpunkt för registreringarna. Figur 1 nedan exemplifierar en registrering vid passage över mattan.



Figur 1. Registrering av tryckmättningsdata vid passage över tryckmättningsmattan. Bild tagen av Henrik Stadig.

### *Klinisk ortopedisk undersökning*

Alla katter genomgick en ortopedisk inriktad klinisk undersökning genomförd av samma veterinär. I denna undersökning ingick en fullständig klinisk undersökning där följande parametrar kontrollerades enligt ett framställt undersökningsblad; kattens allmäntillstånd, slemhinnornas färg och fuktighet, hållning, ögon, öron, hud, palperbara lymfknotor och yttre genitalia, auskultation av hjärta och lungor, puls och andningsfrekvens samt palpation av buk. Till den ortopediska delen av undersökningen ingick en bedömning av synlig hälta som graderades från 1 - 5 (Åsheim & Lindblad, 1976) med vidare beskrivning om rörelsestörningen överskred  $1^\circ$ , en generell bedömning av muskulatur samt ledpalpation av alla extremitetsleder där eventuella avvikelser såsom krepitation, nedsatt range of motion (ROM – rörelseutslag) eller smärtreaktion noterades. Kattens humör vid ledpalpation graderas från 0 – 4 enligt Zamprogno *et al.* (2010). Grad 0 innebär att katten inte gör något motstånd, 1 betyder lindrigt motstånd och därefter ökning av motståndet från katten upp till grad 4 som innebär att katten försöker förhindra manipulationen genom att fräsa, bita eller rymma.

### *BCS*

I den kliniska undersökningen bedömdes även BCS enligt en 5-gradig skala (German & Martin, 2008) och en 9-gradig skala (Laflamme, 1997). Bedömningen gjordes dels genom att palpera revben, ländrygg och buk fett enligt de skrivna instruktionerna för var och ett av de båda poängsystemen, och dels genom att jämföra individens kroppssiluett med de kompletterande illustrationerna. För den 5-gradiga skalan klassades idealvikt som BCS 3, övervikt som BCS 4 och fetma som BCS 5. För den 9-gradiga skalan klassades idealvikt som BCS 4-5, överviktigt som BCS 6-7 och fetma som BCS 8-9 (se bilaga 1).

### *DT-undersökning*

De katter som genomgick DT-undersökning undersöktes med en 64-snitts datortomografi (Definition Siemens Medical Systems, Erlangen, Tyskland). Undersökningarna genomfördes på bildagnostiska avdelningen på UDS. Mätvärden för kroppsfett% bygger på 51 katter som

analyserats som del av Frida Zetterlunds examensarbete på veterinärprogrammet SLU (2017) samt ytterligare 24 katter. Metoden för beräkning av kroppsfett% på de kompletterande 24 katterna var densamma som finns beskriven i Frida Zetterlunds arbete där segmentering och exkludering av urinblåsans innehåll ingick (Zetterström, 2017). Utöver detta segmenterades och exkluderades områdena i bilderna som var utanför kattens kropp.

### *Vikt och fettprocentanalys*

Alla katterna delades in i viktgrupper utifrån de två BCS-skalorna (se klassificering under ”metod” och ”BCS”) innan vidare analys. För att undersöka samband mellan vikt och BCS användes det totala materialet på 170 katter. Motsvarande analys för att undersöka samband mellan kroppsfett% och BCS reducerades till de katter där klinisk undersökning samt DT-undersökning med påföljande beräkning av kroppsfett% gjorts (n=75). Vidare undersöktes om dessa samband uppvisade någon variation beroende på kön eller ålder.

### *Gånganalys*

För gånganalysen inkluderades enbart kliniskt friska katter (se kriterier under ”klassificering av kliniskt frisk eller kliniskt sjuk” nedan) med fullständigt material avseende klinisk undersökning och tryckmätningssmatta. Katter exkluderades framför allt på grund av otillräckligt med godkända registreringar av tryckmätningssmatta (se kriterier under rubrik ”databearbetning”) samt om kattens temperament omöjliggjorde fullständiga undersökningar.

- Klassificering av kliniskt frisk eller kliniskt sjuk

För att kategoriseras som kliniskt frisk i detta arbete krävdes det att katten var helt utan anmärkning på anamnes, klinisk undersökning och sedvanlig röntgen. De katter som enbart erhållit resultat från DT kunde därför inte ingå gånganalyserna. De katter som bedömts som kliniskt sjuka visade symptom från rörelseapparaten via anamnes och/eller påträffades ha en avvikelse från åtminstone en extremitetsled vid klinisk undersökning. En katt kunde exempelvis kategoriseras som kliniskt sjuk utifrån anamnes om ägaren uppgav att katten hade en sedan tidigare känd ortopedisk skada, såsom korsbandsruptur, eller om ägaren upplevde att katten inte hoppade lika högt eller ofta som tidigare i livet. Anmärkningar vid klinisk undersökning var bland annat hálta, krepitation, nedsatt ROM eller smärta vid manipulation. Totalt 82 katter kategoriserades som kliniskt friska och av dessa föll 13 bort på grund av inga eller enbart en bra record på tryckmätningssmatta (se kriterier under ”databearbetning” och ”tryckmätningssmatta”). Kvarvarande 69 katter klassades som idealviktiga eller överviktiga och feta utifrån BCS för vidare analys av data.

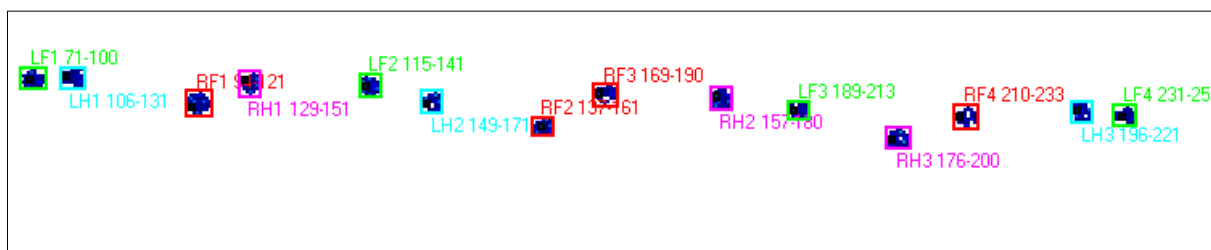
### *Databearbetning*

- Tryckmätningssmatta

För att kunna inkluderas i analysen av gångmönster krävdes det från var enskild katt två godkända registreringar på tryckmätningssmatta. För en godkänd registrering ska katten hålla ett jämt tempo i skritt med blicken rakt fram under minst åtta tassavtryck (två gångcykler). Mjukvaran räknar själv ut vilket tassavtryck som representerar vilket ben på tryckmätningssmatta, men då programmet inte alltid anger korrekt ben kontrollerades detta med hjälp av den inspe-



lade filmen från webbkameran. Om programmet angett fel ben på ett eller flera tassavtryck korrigerades detta manuellt. Var en registrering godkänd förutom några specifika tassavtryck valdes dessa tassavtryck bort. Mjukvaran räknade därefter ut parametrar såsom steglängd, hastighet och SI för VI mellan fram- och bakben, samt mellan höger- och vänster sida. För illustration över bearbetningen avseende tassavtryck se figur 2 nedan.



Figur 2. Illustration över registrerade tassavtryck tillsammans med information om vilka ben som gjort vilket avtryck utifrån datorns bearbetning, vilket kontrollerades mot inspelad film.

- Fettprocent

Beräkningar av kropps fett% gjordes av en specialist i veterinärmedicinsk bilddiagnostik på alla de katter som genomgått DT-undersökning, enligt tidigare beskriven procedur.

- Statistik

All data från katterna sammanställdes i kalkylprogrammet Microsoft Excel och de statistiska analyserna genomfördes av en epidemiolog anställd av SLU med hjälp av den statistiska mjukvaran Stata SE 14.2 (StataCorp, College Station, Texas 77845 USA). I de analyser där olika viktgrupper jämfördes slogs kategorierna övervikt och fetma ihop för en samlad jämförelse till idealvikt (för detaljer se "BCS" under metod ovan). För de olika rörelseparametrarna (fyra SI samt VI-, steglängd- och belastningstid för alla fyra ben) undersöktes normalfördelning med grafiska och numeriska metoder. För att undersöka om VI och SI skiljde sig åt mellan överviktiga/feta katter och idealviktiga katter, genomfördes t-test för normalfördelade parametrar och Mann-Whitney test för icke normalfördelade parametrar. För samma analys med avseende på steglängd och belastningstid genomfördes linjär regression. Även sambanden mellan kropps-vikt och BCS samt mellan fettprocent och BCS undersöktes med linjär regression. För alla nämnda analyser undersöktes samband både utifrån 5-gradig- och 9-gradig hullbedömning. Gränsvärdet för statistisk signifikans var initialt  $p < 0.05$ . För varje undersökning justerades p-värdet genom att dividera 0.05 med antalet tester (så kallad Bonferroni korrektion) för att undvika felaktigt statistiskt signifikanta resultat. Som exempel gjordes totalt 16 tester för VI och SI (en per BCS-skala) varför p-värdet för statistisk signifikans för dessa blev  $0.05/16 = 0.0031$ .

## RESULTAT

### Viktanalys

För viktanalysen användes det totala materialet på 170 katter. I tabell 4 presenteras fördelningen över katterna utifrån de olika viktklasserna enligt BCS.

Tabell 4. Viktklassfördelning över alla 170 katter utifrån BCS. För de olika skalorna presenteras antal katter och procentandel

	9-gradig BCS skala		5-gradig BCS skala	
	Antal	%	Antal	%
Idealvikt <sup>1</sup>	57	33,5	58	34,0
Övervikt <sup>2</sup>	87	51,2	107	63,0
Fetma <sup>3</sup>	26	15,3	5	3,0
Totalt	170	100	170	100

BCS = body condition score <sup>1</sup> BCS 4-5/9 och BCS 3/5 <sup>2</sup> BCS 6-7/9 och BCS 4/5 <sup>3</sup> BCS 8-9/9 och BCS 5/5

### Association vikt och BCS

#### 5-gradig skala

För de katter som fått hullbedömning grad 3-5 sågs en signifikant ( $p < 0.001$ ) association mellan vikt och BCS med en korrelation (R-sq) på 0.36. Medelvikt  $\pm$  SD för katter med grad 3, 4 och 5 var  $4.20 \pm 1.08$  kg,  $5.90 \pm 1.58$  kg respektive  $8.78 \pm 1.58$  kg.

Vid effektmodifiering för ålder kunde ingen signifikant påverkan påvisas ( $p = 0.92$ ), men för kön erhöles en signifikant ( $p < 0.001$ ) skillnad mellan honor och hanar där medelvikten för de olika graderna generellt låg högre hos hanar än motsvarande hos honor. Förhållandet mellan vikt och den 5-gradiga skalan var dock fortfarande statistiskt signifikant för båda könen ( $p = 0.02$  för honor respektive  $p = 0.01$  för hanar). I tabell 5 presenteras information om medelvikt  $\pm$  SD för respektive hullbedömningsklassificering för honor respektive hanar.

Tabell 5. 5-gradig hullbedömning och viktfordelning utefter kön. Resultaten för vikt (kg) presenteras som medelvärde  $\pm$  SD för de båda grupperna

BCS/5	Honor (n=74)	Hanar (n=96)
3	$3.60 \pm 0.67$	$4.80 \pm 1.11$
4	$5.19 \pm 1.18$	$6.40 \pm 1.62$
5	$9.05 \pm 2.05$	$8.60 \pm 1.67$

BCS = body condition score.

#### 9-gradig skala

För de katter som fått hullbedömning 5-9 sågs en signifikant ( $p < 0.001$ ) association mellan vikt och BCS med en korrelation (R-sq) på 0.53. Medelvikt  $\pm$  SD för katter med grad 5, 6 och 7 var  $4.16 \pm 1.07$  kg,  $4.96 \pm 0.98$  kg, och  $5.81 \pm 1.17$  kg. Medelvikt  $\pm$  SD för katter med grad 8 respektive 9 var  $7.58 \pm 1.90$  kg respektive  $8.78 \pm 1.58$  kg.

Vid effektmodifiering för ålder kunde ingen signifikant påverkan påvisas ( $p = 0.53$ ), men vid effektmodifiering för kön erhöles en signifikant ( $p < 0.001$ ) skillnad mellan honor och hanar där medelvikten för de olika graderna generellt ligger högre hos hanar än motsvarande hos honor. Förhållandet mellan vikt och den 9-gradiga skalan var dock fortfarande statistiskt signifikant för båda könen ( $p = 0.004$  för både honor och hanar). I tabell 6 presenteras information om medelvikt  $\pm$  SD för respektive hullbedömningsklassificering för honor respektive hanar.

Tabell 6. 9-gradig hullbedömning och viktfordelning utefter kön. Resultaten för vikt (kg) presenteras som medelvärde  $\pm$  SD för de båda grupperna

BCS/9	Honor (n=74)	Hanar (n=96)
5	3.53 $\pm$ 0.56	4.87 $\pm$ 1.11
6	4.42 $\pm$ 0.65	5.55 $\pm$ 0.72
7	5.32 $\pm$ 0.85	6.08 $\pm$ 1.21
8	6.77 $\pm$ 1.39	8.02 $\pm$ 2.05
9	9.05 $\pm$ 0.80	8.60 $\pm$ 1.67

BCS = body condition score.

## Fettprocentanalys

I fettprocentanalysen inkluderades totalt 75 katter. I den kombinerade gruppen med överviktiga och feta katter var det 29 hanar varav alla hankastrater och 26 honor varav 3 honkastrat. För den idealviktiga gruppen var 11 hanar varav alla hankastrater och 6 honor varav 5 honkastrat.

## Association fettprocent och BCS

### 5-gradig skala

För de katter som fått hullbedömning grad 4 och 5 sågs en signifikant ( $p < 0.001$ ) association mellan kroppsfett% och BCS med en korrelation (R-sq) på 0.45. Vid effektmodifiering för kön respektive ålder sågs ingen signifikant påverkan ( $p = 0.74$  respektive  $p = 0.23$ ). I tabell 7 nedan presenteras information om medelprocent  $\pm$  SD samt minsta och högsta värden för analyserad kroppsfett% för de olika graderna. Kompletterat datamaterial till detta examensarbete bestod av 4, 19 respektive 1 katt för graderna 3-5.

Tabell 7. Antal katter bedömda med grad 3-5 i den 5-gradiga skalan tillsammans med medelprocent  $\pm$  SD samt minsta och högsta analyserade värden för kroppsfett i procent för var BCS-grad

BCS/5	Antal	Medelprocent $\pm$ SD	Min	Max
3	17	24.94 $\pm$ 7.00	15.32	40.37
4	56	41.13 $\pm$ 9.32	20.80	58.25
5	2	61.76 $\pm$ 0.25	61.58	61.94

BCS = body condition score, SD = standard deviation, standardavvikelse

### 9-gradig skala

För de katter som fått hullbedömning grad 6-9 sågs en signifikant ( $p < 0.001$ ) association mellan kropps fett% och BCS med en korrelation (R-sq) på 0.67. Vid effektmodifiering för kön respektive ålder sågs ingen signifikant påverkan (0.25 respektive 0.05). I tabell 8 nedan presenteras information om medelprocent  $\pm$  SD samt minsta och högsta värden för analyserad kropps fett% för de olika graderna. Kompletterat datamaterial till detta examensarbete bestod av 4, 6, 8, 5 respektive 1 katt för graderna 5-9.

Tabell 8. Antal katter bedömda med grad 5-9 i den 9-gradiga skalan tillsammans med medelprocent  $\pm$  SD samt minsta och högsta analyserade värde för kropps fett i procent för var BCS-grad

BCS/9	Antal	Medelprocent $\pm$ SD	Min	Max
5	17	24.94 $\pm$ 7.00	15.32	40.37
6	21	33.50 $\pm$ 7.75	20.80	49.94
7	22	43.49 $\pm$ 6.40	27.41	58.25
8	13	49.45 $\pm$ 6.25	38.51	57.53
9	2	61.76 $\pm$ 0.25	61.58	61.94

BCS = body condition score, SD = standard deviation, standardavvikelse

### Gånganalys

Totalt 69 katter ingick i gånganalysen. Av dessa bedömdes 33 katter som idealviktiga och 36 katter som överviktiga eller feta. I den idealviktiga gruppen var 16 hanar varav alla hankastrater och 17 honor varav 12 honkastrat. I den kombinerade gruppen av överviktiga och feta katter var 26 hanar varav alla hankastrater och 10 honor varav 9 honkastrat. I tabell 9 presenteras fördelningen över katterna utifrån de olika viktklasserna enligt BCS.

Tabell 9. Viktklassfördelning över katterna i gånganalysen utifrån BCS. För de olika skalorna presenteras antal katter och procentandel

9-gradig BCS skala			5-gradig BCS skala	
	Antal	%	Antal	%
Idealvikt <sup>1</sup>	33	47,8	33	47,8
Övervikt <sup>2</sup>	33	47,8	35	50,7
Fetma <sup>3</sup>	3	4,4	1	1,5
Totalt	69	100	69	100

BCS = body condition score <sup>1</sup> BCS 4-5/9 och BCS 3/5 <sup>2</sup> BCS 6-7/9 och BCS 4/5 <sup>3</sup> BCS 8-9/9 och BCS 5/5

Medelantalet  $\pm$  SD godkända tassisättningar var för de överviktiga och feta katterna  $10 \pm 1$ , och för de idealviktiga katterna  $11 \pm 2$ . Medelhastigheten  $\pm$  SD var för gruppen med överviktiga och feta katter  $0,67 \pm 0,11$  m/sek (variationsvidd 0,58 m/s – 1,04 m/s) och för de friska katterna  $0,69 \pm 0,13$  m/sek (variationsbredd 0,58 m/s – 1,33 m/s). I tabell 10 presenteras information om VI för de båda kattgrupperna och i tabell 11 presenteras SI avseende den maximala belastningen under en tassisättning för olika ben.

Tabell 10. VI för katterna enligt gruppering utifrån övervikt och idealtvikt. Resultaten presenteras som medelvärde  $\pm$  SD för de båda grupperna, samt p-värde för hur resultatet skiljer sig mellan grupperna för övervikt och idealtvikt utifrån de två BCS-skallorna

	Övervikt/fetma <sup>1</sup> (n=36)	Idealtvikt <sup>2</sup> (n=33)	BCS 1-5: p- värde <sup>3</sup>	BCS 1-9: p- värde <sup>4</sup>
VI (% av kroppsvikt)				
VF	12,0 $\pm$ 2,0	11,0 $\pm$ 2,6	0,38	0,59
VB	8,8 $\pm$ 2,0	7,6 $\pm$ 1,8	0,001*	0,002*
HF	11,8 $\pm$ 2,0	11,2 $\pm$ 2,9	0,52	0,72
HB	8,8 $\pm$ 1,5	7,7 $\pm$ 1,9	0,004	0,012

VI = Vertical Impulse, VF = vänster fram, VB = vänster bak, HF = höger fram, HB = höger bak, BCS = body condition score <sup>1</sup> Katter med BCS  $\geq$  6/9 och  $\geq$  4/5 <sup>2</sup> Katter med BCS 4-5/9 och 3/5 <sup>3</sup> Katter med BCS 4-5/5 mot BCS 3/5 <sup>4</sup> Katter med BCS 6-9/9 mot BCS 4-5/9. Signifikans om p < 0,003

Tabell 11. Symmetriindex avseende maximal belastning på olika tassar för de överviktiga katterna och de idealtviktiga. Resultaten presenteras som medelvärde  $\pm$  SD för de båda grupperna, samt p-värde för hur resultatet skiljer sig mellan grupperna utifrån de två BCS-skallorna

	Övervikt/fetma <sup>1</sup> (n=36)	Idealtvikt <sup>2</sup> (n=33)	BCS 1-5: p- värde <sup>3</sup>	BCS 1-9: p- värde <sup>4</sup>
Framben/bakben	1,26 $\pm$ 0,18	1,31 $\pm$ 0,16	0,13	0,15
Vänster/höger	1,00 $\pm$ 0,05	0,99 $\pm$ 0,04	0,29	0,26
VF/HF	1,00 $\pm$ 0,05	1,01 $\pm$ 0,05	0,86	0,92
VB/HB	0,99 $\pm$ 0,08	0,98 $\pm$ 0,07	0,10	0,10

VF = vänster fram, VB = vänster bak, HF = höger fram, HB = höger bak <sup>1</sup> Katter med BCS  $\geq$  6/9 och  $\geq$  4/5 <sup>2</sup> Katter med BCS 4-5/9 och 3/5 <sup>3</sup> Katter med BCS 4-5 mot BCS 3 <sup>4</sup> Katter med BCS 6-9 mot BCS 4-5. Signifikans om p < 0,003

Avseende steglängd och belastningstid för VF, VB, HF och HB kunde ingen signifikant skillnad utifrån viktklass påvisas, varken utifrån bedömning med den 5-gradiga (alla p-värden > 0.37) eller den 9-gradiga skalan (alla p-värden > 0.11).

## DISKUSSION

### Viktanalys

Avseende vikt och BCS påvisades signifikanta samband mellan kattens vikt och bedömd BCS med de båda hullbedömningsmetoderna vilket är rimligt då det inte förekommer någon större spridning på storlek hos olika kattraser och därmed inga större skillnader för idealvikt mellan olika individer. I detta arbete var majoriteten av undersökta katter dessutom huskatter (110 av 170 katter, ca 65 %) vilket gör att sambandet borde vara starkt. Utifrån resultaten påvisades den 9-gradiga skalan ha en bättre association med vikt än den 5-gradiga ( $R\text{-sq} = 0.53$  respektive 0.36), vilket också är rimligt med tanke på att fler grader ger upphov till en bättre precision. Med detta sagt bör den 9-gradiga skalan vara den skala som främst används för hullbedömning av katt vilket också verkar vara fallet enligt Laflamme (1997).

Vid modifiering för kön påvisades fortfarande signifikanta samband mellan vikt och BCS för både hanar och honor, däremot skilde sig dessa samband signifikant åt. Några tidigare studier som undersökt detta har inte kunnat påvisas, men resultatet är fullt logiskt med tanke på att hankatter ofta har en mer solid kroppsbyggnad och därför ofta väger mer än en honkatt (Schnabl & Bockstahler, 2015; Shoveller *et al.*, 2014). Detta sågs även vid presentation av denna data där hanarna generellt hade en högre medelvikt än honorna inom de olika graderna. För klinisk applikation av BCS gör det alltså ingen skillnad om katten i fråga är av honkön eller hankön, däremot kommer idealvikten för en hane oftast inte vara den samma som för en honkatt.

### Fettprocentanalys

Avseende mängd kroppsfett och BCS påvisades signifikanta samband för båda skalorna och dessa samband påverkades varken av kön eller ålder vilket gör den kliniska applikationen enkel och högst användbar. Liksom sambandet mellan vikt och BCS påvisades den 9-gradiga skalan erhålla en starkare korrelation med procent kroppsfett (kroppsfett%) än den 5-gradiga (0.67 respektive 0.45) vilket styrker argumentet om att hellre tillämpa den 9-gradiga skalan vid hullbedömning av katt. Dessa resultat stämmer även överens med de som Frida Zetterström såg i sitt examensarbete (0.68 respektive 0.50) när hon undersökte sambanden på 51 av de katter som ingår i detta arbete (Zetterström, 2017). De kompletterande 24 katterna har därmed inte förändrat resultaten nämnvärt.

När den 9-gradiga skalan validerades enligt Laflamme (1997) motsvarade idealhull, det vill säga BCS = 5, ca 20-30 % kroppsfett beroende på aktuellt kön hos katten. Varje BCS under eller över detta ideal uppmättes därefter representera en minskning respektive ökning på ca 5 % i kroppsfett (Laflamme, 1997) vilket senare kunde konfirmeras för BCS mellan grad 4 och 8 (Bjornvad *et al.*, 2011). För de katter som fick hullbedömning 5 i detta arbete erhöles en medelprocent på ca 25 % i kroppsfett vilket stämmer bra överens med Laflamme (1997) samt de resultat Zetterström (2017) fick vid analys av 51 av katterna. Angående skillnaden mellan de olika gradernas analyserade medelprocent sågs däremot inte samma linjära förhållande som påvisat i studierna av Laflamme (1997) och Bjornvad *et al.* (2011). Mellan grad 5 och 6 erhöles en skillnad i medelvärde för fettprocent på ca 8 %, mellan grad 6 och 7 en skillnad på ca 10 %, mellan grad 7 och 8 en skillnad på ca 6 %, och mellan grad 8 och 9 ca 12 %. Dessa resultat är

liknande de som Zetterström (2017) påvisade men med en viss skillnad (motsvarande ca 10 %, 10 %, 4 % och 12 %).

Vidare påvisades i detta arbete relativt stora spann mellan lägsta och högsta värdet för analyserad kroppsfett% i var grad. För de lägst uppmätta värdena för grad 5-7 sågs ett skapligt linjärt förhållande likt det som Laflamme (1997) och Bjornvad *et al.* (2011) tar upp där värdet ökade med ca 5 % för var grad. Detta samband blev dock mer exponentiellt mellan grad 7-9 då värdet ökade med ca 10 % respektive ca 20 % mellan grad 7 och 8 respektive mellan grad 8 och 9. För de högsta värdena sågs ett liknande linjärt förhållande mellan grad 5-7 fast med en ökning på ca 10 % för var grad istället för 5 %. Detta samband förlorades dock vid grad 7 där högsta värdet låg högre än det för grad 8. Denna påvisade svaghet när det kommer till distinktionen av de högre graderna i den 9-gradiga skalan kunde Zetterström (2017) också påvisa i sitt arbete. Detta påvisades då genom att det inte kunde ses någon signifikant skillnad i kroppsfett% för BCS 7, 8 och 9 vilket tolkades som begränsningar när det kommer till applicering på mycket feta katter. Som potentiell felkälla diskuterades då bristen på material i vissa kategorier av BCS och att det varit önskvärt med fler katter, speciellt de med BCS 9. De 23 kompletterade katterna i detta arbete tillförde dock inte så många katter med BCS 8 (n=5) eller 9 (n=1) varför detta arbete inte kunde tillföra någon mer information i denna fråga. Andra möjliga felkällor till de resultat som påvisats kan dock tas upp.

För det första har honkatter påvisats erhålla en högre kroppsfett% än motsvarande hankatter bedömda enligt samma BCS-grad (Laflamme, 1997). De breda intervall som påvisats för var grad skulle därför kunna förklaras med att honornas kroppsfett% dragit upp både max- och medelvärden, varför de två grupperna av kön borde ha skiljts åt för att få en mer tillförlitlig bild. Denna aspekt missades dock under processen. Trots detta kvarstår risken att en del katter kan ha felbedömts avseende BCS och den 9-gradiga skalan. Som German *et al.* (2014) påpekat krävs det viss erfarenhet för att applicera metoden varför det inte heller är omöjligt att det skiljer en grad upp eller ner mellan olika bedömare. Detta speciellt när det kommer till de högre graderna (7-9) då det kan upplevas svårare att bedöma gränsen mellan dessa (personligt meddelande, Sarah Stadig, 2019-05-19). En konsensus utifrån flera oberoende bedömare skulle därför kunna radera lite av denna potentiella felkälla. Utöver detta finns det även en risk för eventuella felberäkningar av katternas fettprocent. Ett felaktigt bestämt HU-intervall kan exempelvis ge upphov till att annan vävnad än det av intresse inkluderas i beräkningarna vilket ger ett falskt högt värde. En annan risk är förekomst av partiella volymartefakter vilket på ett liknande sätt kan orsaka feltolkning av vävnad och därmed felberäkningar (Mazonakis *et al.*, 2016; Bushberg, 2012).

## Gånganalys

Avseende VI sågs för de friska katterna en signifikant skillnad för vänster bak mellan den överviktiga kattgruppen och den idealviktiga kattgruppen. Denna signifikans sågs inte för övriga tassar. I de studier som gjorts är författarna ense om att friska katter belastar höger och vänster sidas ben lika mycket och att frambenen belastas mer än bakbenen (Lascelles *et al.*, 2007; Le Quang *et al.*, 2008; Stadig & Bergh, 2015) vilket även antyds i detta arbete. Att frambenen får ta mer belastning än bakbenen ses dels på analyserad VI för de olika tassarna, där VI för fram-

tassarna ligger i snitt tre enheter högre än motsvarande för baktassarna, och dels på SI för framben/bakben där vi har  $1,26 \pm 0,18$  för den överviktiga gruppen och  $1,31 \pm 0,16$  för den idealviktiga. Att katterna belastar höger och vänster sidas ben lika mycket ses vidare genom SI för vänster/höger som ligger på  $1,00 \pm 0,05$  och  $0,99 \pm 0,04$  för den överviktiga respektive idealviktiga gruppen. Bortsett från att VI för vänster baktass påvisat en signifikant skillnad mellan grupperna stämmer alltså resultaten från båda viktgrupperna väl överens med tidigare studier på friska katter.

Orsaken bakom den påvisade signifikansen för vänster baktass är oklar. Med avseende på de studier som gjorts på humansidan har överviktiga kvinnor påvisats ha en lägre hastighet och steglängd vid gång samt att de spenderar mer tid i belastningsfas, i jämförelse till normalviktiga kvinnor (da Silva-Hamu *et al.*, 2013). För vidare studier skulle det därför vara intressant att se om även PVF kan generera någon signifikans för de överviktiga katterna. Då VI har en tidsfaktor inräknad kan en individ ha lägre belastning på ett ben, men belasta under en längre tid, och därför få samma VI som en annan individ som har en högre belastning under en kortare tid. Då PVF inte togs med som variabel i detta arbete är det svårt att spekulera huruvida den uppkomna signifikansen för vänster bak för de överviktiga grupperna skulle kunna bero på en ökad maxbelastning eller ett ökat tidsintervall för belastningen. I detta arbete kunde dock inget signifikant samband mellan steglängd och belastningstid påvisas, vilket tyder på att överviktiga katter inte spenderar mer tid i belastningsfas eller har en kortare steglängd i förhållande till idealviktiga. Sett till medelhastigheten över tryckmätningsskivan var dock den överviktiga/feta gruppen något långsammare än den idealviktiga gruppen ( $0,67$  respektive  $0,69$  m/s) vilket skulle kunna tyda på att katter med mer fett på kroppen ändå är försiktigare i sin gång. Utifrån resultatet kvarstår det ändå mindre troligt att signifikansen för vänster bak uppkommit genom en längre belastningstid utan snarare på grund av en högre belastning. Att överviktiga individer skulle er hålla en högre belastning på enbart ett ben känns dock mindre troligt och risken för felkällor måste betänkas. Var katterna som valdes ut för gånganalysen verkligen kliniskt friska?

För att enbart undersöka och jämföra tryckmätningssdata från kliniskt friska individer, och inte katter med misstänkt eller diagnosticerad sjukdom från rörelseapparaten, genomfördes en urvalsprocess på alla katters data. I denna process ingick data från anamnes, ortopedisk inriktad klinisk undersökning samt röntgen. Trots denna process finns det en viss risk för att falskt negativa individer ändå kommit med i analyserna, mycket med tanke på att den ortopediska undersökningen kan vara synnerligen svårbedömd på katt (Kerwin, 2012). Här påverkar säkerligen det faktum att katter, som Kerwin (2012) påpekar, ofta har dåligt tålamod och att de lätt blir skrämde eller stressade. Aspekter som inte direkt underlättar veterinärens undersökning och bedömning. Har katten en synlig hälta och/eller historik av tidigare ortopedisk sjukdom är det lättare att säkert klassa katten som sjuk, medan mildare eller mer diffusa symtom gör det desto svårare.

Det mest troliga är att resultatet avseende vänster baktass uppkommit genom en slumpartad signifikans trots korrigering för flertalet tester och att det helt enkelt inte finns någon skillnad i de parametrar som undersökts. Dock kvarstår risken att våra data eller val av analysmetoder inte kunnat fånga skillnad i andra rörelseparametrar som faktiskt finns. En aspekt som skulle tas upp här är valet att slå ihop övervikt och fetma till en jämförande grupp. Sett utifrån den 9-



gradiga BCS-skalan var andelen feta katter enbart 4,4 % medan andelen överviktiga katter motsvarade nästan hälften av materialet (47,8 %). Med detta sagt kan det vara så att resultaten från de feta katterna förringas i förhållande till resultaten från de överviktiga katterna och att skillnaden mellan idealvikt (BCS 5) och övervikt/fetma (BCS 6-9) därför blir för liten för att en signifikant skillnad skulle kunna påvisas grupperna emellan. För att få en indikation på om en eventuell rörelseskillnad först kan påvisas när katterna börjar bli riktigt feta kunde individvariationen hos dessa få individer undersökts. Detta kan vara något att tänka på inför vidare studier. För vidare studier skulle det även vara intressant att undersöka om en skillnad skulle kunna påvisas om en större grupp feta katter jämfördes mot en lika stor grupp idealviktiga katter.

Avseende SI sågs inga signifikanta skillnader mellan den kombinerade gruppen av överviktiga och feta katter, och den idealviktiga kattgruppen. Detta skulle kunna bero på det faktum som diskuterats ovan angående den potentiella risken med för små viktskillnader grupperna emellan eller det faktum att belastningsförändringar i flera ben kan kompensera varandra. Det skulle också kunna vara så att resultaten stämmer och att en eventuell skillnad inte ligger mellan tassarna utan inom. Stadig och Bergh (2015) undersökte hur belastningen fördelas inom tassens i stödfasen och kunde då se att belastningen flyttas från tassens kaudala del till tassens kranio-mediala del (Stadig & Bergh, 2015). För vidare studier på friska katter hade det därför varit intressant att titta närmare på hur vikten fördelas inom tassens hos friska katter i olika viktklasser. Kan en signifikant skillnad ses i belastningsfördelning inom en tass hos överviktiga individer?

## KONKLUSION

Avseende BCS påvisades signifikanta samband med vikt och procent kroppsfett för båda skalorna med den skillnaden att den 9-gradiga skalan erhöll en bättre korrelation vilket gör denna skala bättre lämpad. Vad gäller kroppsfett% och den 9-gradiga skalan påvisades dock en svaghet vad gäller de högre BCS-graderna i form av att det linjära samband som sågs för grad 5-7 inte kunde ses för grad 7-9. Något som behöver undersökas vidare. Avseende gånganalysen kunde inga statistiska skillnader påvisas mellan de analyserade rörelseparametrarna och katter av olika BCS förutom för en parameter för vänster bakben. Denna signifikans har troligen ingen betydelse varför tryckmätningsskiva sannolikt kan användas både för överviktiga/feta och idealviktiga utan vidare anpassning av insamlade data. Det kvarstår dock en risk att våra val av statistiska metoder inte kunnat fånga skillnad i rörelseparametrar som faktiskt finns varför det i dagsläget inte är helt utrett huruvida katters BCS behöver tas med i beräkningen vid gånganalys. Detta får framtida forskning visa.

## POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Som en del i diagnostiken av rörelsestörningar hos katt tillämpas en ortopedisk undersökning där veterinären gör en bedömning av individens rörelseapparat genom att känna igenom kattens leder och muskeluppbyggnad (palpation) samt att studera när denna rör sig (visuell gånganalys). Denna bedömning kan dock förefalla svår även för den mest erfarna klinikern varför det finns ett stort behov av standardiserade utvärderingsinstrument för katt såsom objektiv gånganalys. Inom forskningsfältet har så kallade tryckmätningsskivor börjat tillämpas för gånganalys på katt, ett verktyg som redan är väletablerat och validerat för motsvarande analys på hundar. Till idag har metoden främst tillämpats i studier på katter med ortopediska besvär i syfte att undersöka belastningsskillnaden mellan ett friskt och ett sjukt ben, men utan sätta parametrar på friska katter är metoden mer eller mindre otillförlitlig som diagnostiskt hjälpmedel. Studier på människa har påvisat att övervikt kan ge upphov till ett annorlunda gångmönster vilket i sin tur ökar risken för skador i rörelseapparaten, och det är troligt att det samma gäller hos katt. För att testa denna hypotes syftar detta arbete till att undersöka om friska överviktiga katter uppvisar ett avvikande i gångmönster i jämförelse till idealviktiga katter. Detta för att veta om tryckmätningsskiva kan användas i diagnostiken av rörelsestörning hos katt utan att behöva korrigera för eventuell övervikt.

Biomekanisk rörelseanalys har länge varit en viktig del inom ortopedisk forskning och bland de mest väletablerade rörelseanalyserna ses teknik som är gjord för att mäta kraften från patientens extremiteter mot underlaget, så kallad ground reaction force (GRF). Referensmetod för att mäta GRF är enstaka eller multipla kraftplattor inbäddade i gångbanor eller löpband. En alternativ teknik till dessa kraftmätningsskivor är så kallade tryckmätningsskivor. Vid en passage över en tryckmätningsskiva erhålls information om antal registrerade tasssättningar under den aktuella passagen, individens distans och tid på mattan, samt individens gånghastighet och gångcykeltid. Därtill kan symmetriindex mellan olika ben analyseras liksom steglängd och olika belastningsparametrar. Två parametrar som ofta analyseras är så kallad peak vertical force (PVF) som står för den maximala kraften som mäts upp under den tid en tass belastas och Vertical Impulse (VI) som står för kraften på varje tass i förhållande till tiden då tassens belastas. I de studier där tryckmätningsskiva applicerats för att undersöka gångmönster hos friska katter är författarna ense om att friska katter belastar höger och vänster sidas ben lika mycket och att frambenen belastas mer än bakbenen. Resultat har därtill påvisat att belastningen ökar på den sidas framben som katten vänder huvudet åt och att belastningen under en gångcykel flyttas från tassens bakre del till tassens inre främre del.

I detta arbete användes data från totalt 170 katter. Av dessa katter klassades 69 katter som kliniskt friska och inkluderas i gånganalysen. Dessa katter delades vidare in i olika viktgrupper utifrån så kallad body condition score (BCS) varpå bearbetade tryckmätningsskivadata inkluderande VI, symmetriindex, steglängd och belastningstid för de olika benen jämfördes mellan viktgrupperna. För att undersöka om BCS-klassning fungerar som ett bra medel för hullbedömning undersöktes därtill samband mellan vikt och BCS på alla 170 katter samt samband mellan beräknad procent kroppsfett och BCS på de 75 katter som genomgått datortomografiundersökning. Sambandet mellan procent kroppsfett och BCS har undersökts på 51 av katterna i ett tidigare

examensarbete medan materialet avseende resterande 24 katter har kompletterats till detta arbete.

Avseende BCS påvisades signifikanta samband med vikt och kroppsfett% för båda skalorna med den skillnaden att den 9-gradiga skalan erhöll ett bättre samband vilket också är rimligt då denna skala är mer detaljerad. Genom detta bedöms den 9-gradiga skalan mer lämpad inom klinisk praktik. För sambandet mellan vikt och BCS sågs ingen signifikant påverkan av ålder men vid modifiering för kön påvisades fortfarande signifikanta samband mellan vikt och BCS för både hanar och honor, däremot skilde sig dessa samband signifikant åt genom att hanarna generellt hade en högre medelvikt än honorna inom de olika graderna. Varken ålder eller kön påverkade sambanden mellan procent kroppsfett och BCS vilket gör den kliniska applikationen enkel och högst användbar. Avseende de högre graderna i den 9-gradiga skalan påvisades dock en svaghet där det linjära samband som sågs för grad 5-7 inte kunde ses för grad 7-9. Något som behöver undersökas vidare.

För de olika gångparametrarna VI, symmetriindex, steglängd och belastningstid kunde ingen signifikant skillnad påvisas mellan överviktiga och idealviktiga individer förutom för VI för vänster baktass. I de studier som gjorts är författarna ense om att friska katter belastar höger och vänster sidas ben lika mycket och att frambenen belastas mer än bakbenen, vilket sågs även i detta arbete. Bortsett från att VI för vänster baktass påvisat en signifikant skillnad mellan grupperna stämmer alltså resultaten från båda viktgrupperna väl överens med tidigare studier på friska katter. Att överviktiga och feta individer skulle erhålla en högre belastning på enbart ett ben känns dock mindre troligt. Troligare är att resultatet uppkommit genom en slumpartad signifikans och att det inte finns någon skillnad i de parametrar som undersökts varför tryckmätningsskiva sannolikt kan användas både för överviktiga/feta och idealviktiga katter utan vidare anpassning av insamlade data. Det kvarstår dock en risk att våra val av statistiska metoder inte kunnat fånga skillnad i rörelseparametrar som faktiskt finns, varför detta arbete inte ensamt kan utreda om man behöver ta hänsyn till katters aktuella BCS vid gånganalys. Detta är något framtida forskning får visa. För vidare studier på friska katter hade det även intressant att titta närmare på hur vikten fördelas inom tasserna hos friska katter i olika viktklasser. Kan en signifikant skillnad ses i belastningsfördelning inom en tass hos överviktiga individer?

## **TACK**

Stort tack till min handledare Anna Bergh för all tid du har lagt ner på detta arbete. Tack för allt stöd och all uppmuntran du givit – ovärderligt! Tack också till min biträdande handledare Cecilia Ley för kritiska ögon, snabb respons och positiv hjälp framåt i arbetet. Jag vill också tacka Charles Ley som utfört alla mätningarna av fettprocenten samt mina ”inofficiella” extra biträdande handledare Sarah Stadig och Johanna Penell. Tack för all tid ni har lagt ner – utan er hade varit svårt att få ordning på all data.

## REFERENSER

- Agria (2013-03-04). *Ny SCB-statistik: Hundarna blir fler och katterna färre*. <https://www.agria.se/globalassets/sv/pressrum/enkater-diagram-och-rapporter/se-press-scb-undersokning-hundar-katter-och-andra-sallskapsdjur-2012.pdf> [2018-11-10]
- Besancon, M. F., Conzemius, M. G., Derrick, T. R. & Ritter, M. J. (2003). Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16:153–157. doi: 10.1055/s-0038-1632766
- Besancon, M. F., Conzemius, M., Evans, R., & Ritter, M. (2004). Distribution of vertical forces in the pads of Greyhounds and Labrador Retrievers during walking. *American Journal of Veterinary Research*, 65(11): 1497-501.
- Bjornvad, C. R., Nielsen, D. H., Armstrong, P. J., McEvoy, F., Hoelmkjaer, K. M., Jensen, K. S., Pedersen, G. F. & Kristensen, A. T. (2011). Evaluation of a nine-point body condition scoring system in physically inactive pet cats. *American Journal of Veterinary Research*, 72(4): 433-7.
- Brenner, D. J. & Hall E. J. (2007). Computed tomography- an interesting source of radiation exposure. *The New England Journal of Medicine*, 357:2277-84.
- Brooks, D., Churchill, J., Fein, K., Linder, D. Michel, K. E., Tudor, K., Ward, E. & Witzel, A. (2014). 2014 AAHA weight management guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 50, no. 1: 1-11.
- Buelund, L. E., Nielsen, D. H., McEvoy, F. J., Svalastoga, E. L. & Bjornvad, C. R. (2011). Measurement of body composition in cats using computed tomography and dual energy x-ray absorptiometry. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 52 (2): 179-184.
- Bushberg, J. T. (2012). *The Essential Physics of Medical Imaging*. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Corbee, R. J., Maas, H., Doornenbal, A. & Hazewinkel, H. A. (2014). Forelimb and hindlimb ground reaction forces of walking cats: Assessment and comparison with walking dogs. *The Veterinary Journal*, 202(1): 116-127.
- da Silva-Hamu, T. C., Formiga, C. K., Gervásio, F. M., Ribeiro, D. M., Christofolletti, G., & de França Barros, J. (2013). The impact of obesity in the kinematic parameters of gait in young women. *International Journal of General Medicine*, 6: 507-13. doi:10.2147/IJGM.S44768
- FEDIAF (The European Pet Food Industry). (2017). *Facts & Figures*. Tillgänglig: <http://www.fediaf.org/who-we-are/european-statistics.html> [2018-11-26]
- German, A., Holden, S., Moxham, G., Holmes, K., Hackett, R., & Rawlings, J. (2006). A simple, reliable tool for owners to assess the body condition of their dog or cat. *Journal of Nutrition*, 136(7): 2031S-2033S.
- German, A. & Martin, L. (2008). Feline obesity. In: *Encyclopedia of feline clinical nutrition*. Aimargues, France: Royal Canin. Vol. 16.
- Gillette, R. L. & Angle, T. C. (2008). Recent developments in canine locomotor analysis: A review. *The Veterinary Journal*, 178(2): 165-176.
- Hoelmkjaer, K. M. & Bjornvad, C. R. (2014). Management of obesity in cats. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 97-107.
- Ishioka, K., Okumura, M., Sagawa, M., Nakadomo, F., Kimura, K., & Saito, M. (2005). Computed tomographic assessment of body fat in Beagles. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 46(1), 49-53.
- Kerwin, S. (2012). Orthopedic examination in the cat: Clinical tips for ruling in/out common musculoskeletal disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 14(1): 6-12.

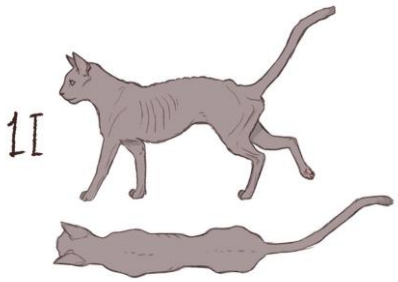
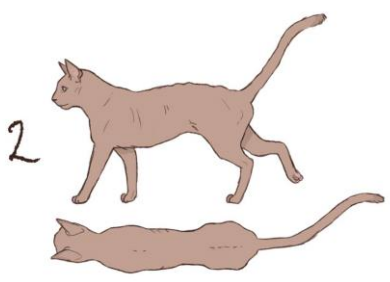
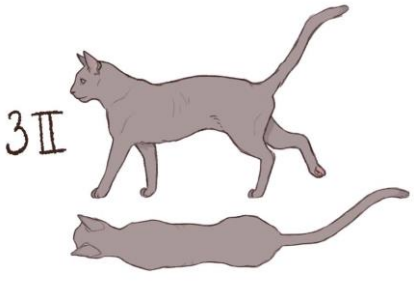
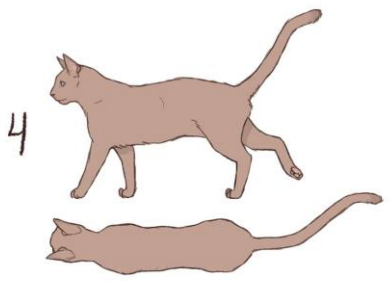
- Kim, J., Kazmierczak, K., & Breur, G. (2011). Comparison of temporospatial and kinetic variables of walking in small and large dogs on a pressure-sensing walkway. *American Journal of Veterinary Research*, 72(9): 1171-7.
- Laflamme, D. (1997). Development and validation of a body condition score system for cats: A clinical tool. *Feline Practice*, 25: 13-18.
- Lascelles, B., Hansen, B., Roe, S., Depuy, V., Thomson, A., Pierce, C., . . . Rowinski, E. (2007). Evaluation of client-specific outcome measures and activity monitoring to measure pain relief in cats with osteoarthritis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(3): 410-6.
- Lascelles, B., Roe, S., Smith, E., Reynolds, L., Markham, J., Marcellin-Little, D., . . . Budsberg, S. (2006). Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 67(2): 277-82.
- Lee, H., Kim, M., Choi, M., Lee, N., Chang, J., & Yoon, J. (2010). Assessment of feline abdominal adipose tissue using computed tomography. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(12): 936-941.
- Lerner, Z. F., Board, W. J., & Browning, R. C. (2013). Effects of obesity on lower extremity muscle function during walking at two speeds. *Gait & posture*, 39(3): 978-84.
- Le Quang, T., Maitre, P., Colin, A., & Viguier, E. (2008). Spatial, temporal and kinetic evaluation of normal cats at walk, using a pressure walkway. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 11(Sup001): 137-138.
- Light, V. A., Steiss, J. E., Rumph, P. F., Montgomery, R. D., & Wright, J. C. (2010). Temporal-spatial gait analysis by use of a portable walkway system in healthy Labrador Retrievers at a walk. *American Journal of Veterinary Research*, 71(9): 997-1002.
- Marshall, W., Hazewinkel, G., Mullen, H., Meyer, A., Baert, W., & Carmichael, D. (2010). The effect of weight loss on lameness in obese dogs with osteoarthritis. *Veterinary Research Communications*, 34(3): 241-253.
- Mlacnik, E., Bockstahler, B., Müller, M., Tetrack, M., Nap, R., & Zentek, J. (2006). Effects of caloric restriction and a moderate or intense physiotherapy program for treatment of lameness in overweight dogs with osteoarthritis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229(11): 1756-60.
- Moreau, M., Lussier, B., Ballaz, L. & Troncy, E. (2014). Kinetic measurements of gait for osteoarthritis research in dogs and cats. *Canadian Veterinary Journal*, 55(11): 1057-65.
- Mazonakis, M. & Damilakis, J. (2016). Computed tomography: What and how does it measure? *European Journal of Radiology*, 85(8): 1499-1504.
- Perry, K. (2014). The lame cat: Optimising orthopaedic examination and investigation. *Companion Animal*, 19(10): 518-523.
- Purushothaman, D., Vanselow, B., Wu, S., Butler, S., & Brown, W. (2013). Whole body computed tomography with advanced imaging techniques: A research tool for measuring body composition in dogs. *Journal of Veterinary Medicine*, 6. doi: 10.1155/2013/610654.
- Schnabl, E & Bockstahler, B. (2015). Systematic review of ground reaction force measurements in cats. *The Veterinary Journal*, 206(1): 83-90.
- Schnabl-Feichter E, Tichy A, Bockstahler B (2017) Coefficients of variation of ground reaction force measurement in cats. *PLoS ONE*, 12(3): e0171946
- Shoveller, A., Digennaro, J., Lanman, C., & Spangler, D. (2014). Trained vs untrained evaluator assessment of body condition score as a predictor of percent body fat in adult cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 16(12): 957-965.
- Stadig, S., & Bergh, A. (2015). Gait and jump analysis in healthy cats using a pressure mat system. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17(6): 523-529.

- Souza, A., Pinto, A., Marvulle, V., & Matera, J. (2013). Evaluation of vertical forces in the pads of German Shepherd dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T.*, 26(1): 6-11.
- Tekscan Inc. (2018) *Tekscan – Pressure Mapping, Force Measurement & Tactile Sensors*. Tillgänglig: <https://www.tekscan.com/force-plate-pressure-technology> [2018-11-26]
- Wolbarst, A. B., Capasso, P. & Wyant, A. R. (2013). *Medical Imaging, Essentials for Physicians*. 1. ed. Hoboken: Wiley & Sons. Tillgänglig: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/reader.action?docID=947690&query=> [2018-19-11]
- Zamprogno, H., Hansen, B. D., Bondell, H. D., Sumrell, A. T., Simpson, W., Robertson, I. D., Brown, J., Pease, A. P., Roe, S. C., Hardie, E. M., Wheeler, S. J. & Lascelles, D. X. (2010). Item generation and design testing of a questionnaire to assess degenerative joint disease-associated pain in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 71: 1417-1424.
- Zetterström, F. (2017). *Utvärdering av en metod för mätning av kroppsfett hos katt med helkroppsdattortomografi*. Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet (Examensarbete 2017:47)
- Åsheim, A. & Lindblad, G. (1976). Intra-articular treatment of arthritis in race-horses with sodium hyaluronate. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 17: 379-394.

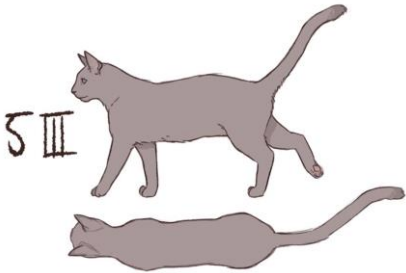
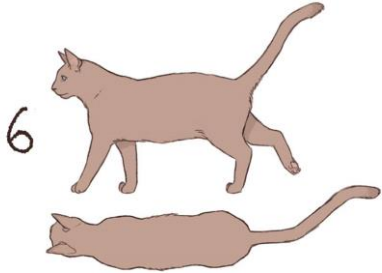
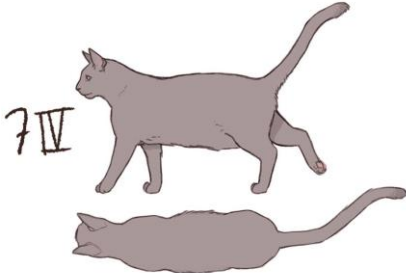
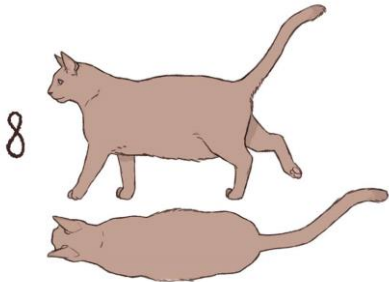
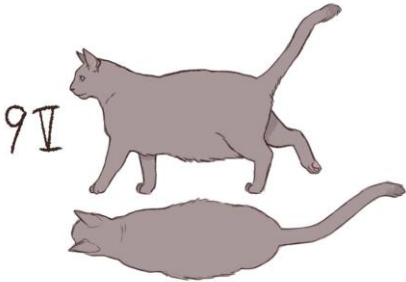
## BILAGOR

### Bilaga 1

Bedömning av body condition score enligt 5-gradig (romerska siffror) och 9-gradig skala, modifierat och sammansatt efter Shoveller *et al.*, 2014 och Laflamme, 1997. Illustrationer av Frida Johnsson. Se fortsättning nästa sida.

Grad	Karaktäristiska	Bedömning	
		BCS/5	BCS/9
	<p>Revben, ryggkotor och höftben tydligt synliga på korthårig katt. Mycket smal midja sett uppifrån och tydligt uppdragen buklinje. Inget kännbart kroppsfett över revbenen och tydlig muskelförlust.</p>	Utmärglad	Utmärglad
	<p>Revben tydligt synliga på kort-hårig katt och mycket smal midja sett uppifrån. Tydligt uppdragen buklinje. Inget kännbart kroppsfett över revbenen och förlust av muskel-massa.</p>		Undervikt
	<p>Revben synliga på korthårig katt samt tydligt kännbara under minimalt fettlager. Tydlig midja sett uppifrån och tydligt uppdragen buklinje med mycket liten mängd bukfett.</p>	Tunn	Undervikt
	<p>Revben ej synliga, men tydligt kännbara. Tydlig midja sett uppifrån och mycket liten mängd bukfett.</p>		Undervikt



Grad	Karaktäristiska	Bedömning	
		BCS/5	BCS/9
	Välproportionerad. Tydligt kännbara revben under lätt fettlager, ej synliga. Midja kan ses uppifrån. Liten mängd bukfett och lätt uppdragen buklinje.	Idealvikt	Idealvikt
	Revben ej synliga, men kännbara. Ingen tydlig midja sett uppifrån och mycket lätt uppdragen buklinje.		Övervikt
	Revben svåra att känna under överliggande fettlager. Knappt synlig midja sett uppifrån och rundad buklinje med måttliga fettdepåer.	Övervikt	Övervikt
	Revben ej kännbara under överliggande bukfett. Ingen synlig midja och lätt utvidgad buk.		Fetma
	Revben ej kännbara under ett tjockt lager av kroppsfett. Stora fettdepåer över rygg, ansikte och extremiteter. Tydligt utvidgad buk utan midja.	Fetma	Fetma